

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Приладобудівний факультет

Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій

«На правах рукопису»
УДК _____

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

_____ Володимир ЄРЕМЕНКО

« ____ » _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

**на тему: «Інформаційно-вимірювальна система керування процесом безконтактного
нанесення буквено – цифрової та графічної інформації»**

Виконав (-ла):

студент (-ка) VI курсу, групи Па-91мп

Стасюк В. В. _____

Керівник:

професор, д. т. н.

Шевченко К. Л. _____

Консультант з Стартап-проекту:

викладач кафедри менеджменту, доцент, к.е.н.

Бояринова К. О. _____

Рецензент:

к.т.н., ст.вик.,

Лисенко Ю. Ю. _____

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2020 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Факультет - Приладобудівний

Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною (освітньо-науковою) програмою «Метрологія та вимірювальна техніка»

Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Володимир ЄРЕМЕНКО

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Стасюк Вадим Володимирович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Інформаційно-вимірювальна система керування процесом безконтактного нанесення буквено – цифрової та графічної інформації

науковий керівник дисертації Шевченко Костянтин Леонідович, професор, д. т. н.,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «___» _____ 20__ р. № _____

2. Строк подання студентом дисертації 09.12.2020 р.

3. Об'єкт дослідження Основні вузли маркувальних систем для безконтактного способу нанесення інформації _____

4. Предмет дослідження (вихідні дані – для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою) Маркувальні системи безконтактного способу нанесення інформації _____

5. Перелік завдань, які потрібно розробити 1. Огляд існуючих рішень для маркування, нанесення інформації. 2. Аналіз методів підвищення надійності та опис технічного рішення. 3. Дослідження роботи запропонованої системи. 4. Огляд економічної доцільності (розробка стартап проекту). 5. Висновки

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу _____

7. Орієнтовний перелік публікацій _____

1. Доповідь на науково-технічній конференції з публікацією тез.

2. Доповідь на науково-технічній конференції з публікацією тез.

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Стартап-проект	Бояринова К.О., к.е.н., доцент, викладач кафедри менеджменту		

9. Дата видачі завдання 15.09.2020 року.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз існуючих підходів для маркування, нанесення інформації	02.09.20	
2	Огляд системи для безконтактного нанесення інформації	16.09.20	
3	Розробка моделі для опису процесів безконтактного нанесення інформації.	22.10.20	
4	Аналіз результатів	01.11.20	
5	Підготовка та оформлення пояснювальної записки	17.11.20	

Студент

(підпис)

Стасюк В.В

(ім'я, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Шевченко К. Л.

(ім'я, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника

РЕФЕРАТ

Обсяг – 87 сторінок машинописного тексту.

Ілюстрацій – 22 .

Таблиць – 21.

Перелік ключових слів: *маркиратор, елементи і способи маркування, способи ідентифікації, інформація, захист від фальсифікації, товарні та фірмові знаки, засоби вимірювальної техніки.*

Актуальність теми полягає в дослідженні процесу маркування продукції в промислових галузях як невід'ємного етапу в ідентифікації та реалізації продукту в сферах електроніки, медичної, екструзійної, харчової та інших галузях. Швидкі сучасні виробничі лінії потребують швидкого та надійного способу нанесення інформації на продукт та неперервного режиму роботи. Дана робота висвітлює різноманіття таких систем та пропонує технічне рішення.

Метою дослідження є аналіз методів нанесення інформації та вибір найдоцільнішого з них, а також його використання безпосередньо в системі.

Задачею дослідження є вибір такого методу, який збільшить надійність та універсальність системи.

Об'єктом дослідження є основні параметри маркувальних систем для безконтактного способу нанесення інформації.

Предметом дослідження є маркувальні системи безконтактного способу нанесення інформації.

Результати досліджень демонструють перш за все важливість оцінки системи в загальному, а також те, наскільки правильно підібрано склад системи, та чи раціонально застосовані певні методи й підходи до проектування та дослідження системи.

SUMMARY

The amount of the research is 87 pages of typewritten text.

The number of illustrations is 22.

The number of tables is 21.

Key words: *marker, elements and methods of marking, method of identification, information, protection against falsification, trademarks and trade marks, means of measuring equipment.*

The relevance of the topic is to study the process of product labeling in industries as an integral stage in the identification and implementation of the product in the fields of electronics, medical, extrusion, food and other industries. Fast modern production lines require a fast and reliable way of applying information to the product and continuous operation. This work highlights the variety of such systems and offers a technical solution.

The purpose of the study is to analyze the methods of applying information and select the most appropriate of them, as well as its use directly in the system.

The aim of the study is to choose a method that will increase the reliability and versatility of the system.

The object of research are the basic knots of marking systems for a contactless way of drawing the information.

The subject of the study are marking systems of non-contact method of applying information.

The research results demonstrate first of all the importance of evaluating the system in general, as well as how well the composition of the system is chosen, and whether certain methods and approaches to the design and research of the system are rationally applied.

Перелік скорочень

РС – електрична схема

ЗВТ – засоби вимірювальної техніки

ЗВ – засіб вимірювання

ВН – висока напруга

ВП - вакуумна помпа

НП - нагнітаюча помпа

КВ - камера в'язкості

РК - робоча камера

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ	10
1.1 Контактне маркування.....	11
1.1.2 Офсетний друк.....	14
1.1.3 Термотрансферная маркировка.....	16
1.2 Безконтактне маркування	18
1.2.1 СІД Друк (Неперервна подача чорнил).....	21
1.2.2 Каплеструйний друк з імпульсною подачою чорнила	22
1.2.3 Клапанна система ("Dot on Demand" "крапля на вимогу")	24
1.2.4 Чорнило для краплеструменевого друку	26
1.3 Лазерне маркування	28
1.3.1 Сфери застосування лазерного маркування	30
1.3.2 Лазерне маркування пластикових виробів	31
Висновки розділу	33
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ОПИС ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ.....	35
2.1 Призначення і принцип дії маркувальної системи	35
2.2 Віскозиметр (вимірення вязкості чорнила)	36
2.3 Збільшення точності друкуючої головки.	39
2.4 Опис гідросистеми	42
2.5 Збільшення компактності генератора.....	47
2.6 Висновок розділу.....	50
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ЗАПРОПОНОВАНИХ КОМПОНЕНТІВ.	51

3.1 Встановлення довжини друку марки регулюванням числа пустих крапель між колонками.	51
3.2 Частотна характеристика генератора крапель.....	53
3.3 Аналіз хвиль стискання каналу дроблення струменя.....	57
3.4 Аналіз роботи відхиляючих електродів на високій частоті.....	61
3.5 Висновок розділу.....	65
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ “ІНФОРМАЦІЙНО ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ НАНЕСЕННЯ БУКВЕННО ЦИФРОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ”	66
4.1 Опис ідеї проекту	66
4.2 Технологічний аудит проекту.....	68
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту.....	69
4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту.....	76
4.5 Потреба в промислово-виробничому персоналі	81
4.6 Висновки до розділу розробки стартап проекта	83
ВИСНОВКИ.....	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	86

ВСТУП

Сучасні маркувальні технології відкривають перед підприємствами нові можливості. Нові маркувальні матеріали успішно переносять дії високих температур, ультрафіолету, хімічних реагентів, мають масло і брудовідштовхуючі, а також антистатичні властивості.

Використання сучасного цифрового обладнання для нанесення маркування дозволяє автоматизувати процеси її нанесення і розпізнавання, що, в свою чергу, дає можливість підвищення продуктивності праці, скорочення витрат на контроль руху товарів, підвищення їх конкурентоспроможності на ринку.

Використовувати для друку такого маркування традиційне поліграфічне обладнання економічно (а іноді і технологічно) недоцільно. Вирішити проблему повинні спеціалізовані пристрої, що забезпечують таку якість маркування, при якому можлива її ідентифікація, в тому числі автоматична. Крім того, вони повинні бути економічно ефективними при друку малих тиражів.

Додаткові вимоги до подібного обладнання можливість друку змінних даних, можливість нанесення захисного маркування, стійкість маркування до фізичних або хімічних впливів, робота маркиратора в автоматичному режимі і т.д. Маркування може наноситися або безпосередньо на товар або упаковку, або на спеціальний носій (етикетку, ярлик і т.д.).

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

Нам всім знайомий дискомфорт, який завдає відсутність необхідної інформації про товар, а особливо на продуктах харчування. Ми явно не будемо купувати товари, якщо не будемо знати їх основні характеристики. За повноцінність будь-якого товару на ринку відповідає маркування.

З одного боку, маркування - це процес нанесення потрібної інформації на товар або упаковку, в залежності від потреби в її нанесенні. А з іншого боку, маркування - це і сама інформація про товар. Це свого роду послання виробника покупцеві. Маркування може бути на упаковці, етикетці або на самому товарі. Кожен з нас стикався з неякісною продукцією. Тому хочеться бути максимально обізнаним щодо товару, що купується. Для цього маркування повинно бути бездоганно якісної в плані виконання і надавати вичерпну інформацію.

Для ідентифікації продукції, її класифікації, занесення в номенклатуру, а також для захисту від підробок найбільш ефективним інструментом є промислове маркування. Суть її полягає в нанесенні на продукцію за допомогою спеціального обладнання не стираючих знаків, символів, умовних позначень, логотипів і так далі. Цікаво, що нерідко до маркування також вдаються великі компанії для захисту своїх товарів від підробок або для брендування продукції.

Сама типова маркування - це інформація про час і дату випуску, кінцевий термін реалізації, номер продукту і номер партії. Останнім часом багато виробників приділяють увагу нанесенню також іншої інформації на свій продукт. Все частіше можна зустріти такі маркувальні знаки, як логотип, штрих-код, знаки і графічні малюнки, що захищають товар від підробки. Вся продукція в парфюмерно - косметичної, хіміко - фармацевтичній галузях і на підприємствах побутової хімії вимагає обов'язкового маркування, щоб не виявитися небезпечною для здоров'я людей, оскільки може бути токсичною. Тому відповідні виробництва є великими споживачами маркувальних принтерів.

Особливо це відноситься до парфумерно - косметичної галузі. Існує ще й багаторядкова маркування, яка може замінити етикетку. Незвичайна індивідуальне маркування виділяє товар з ряду аналогічних продуктів. Тому маркування повинно бути на будь-якої продукції незалежно від призначення. Вона потрібна всім і товару, і покупцеві, і виробникові.

Таке маркування забезпечується спеціально призначеними промисловими принтерами. Призначення маркувальних принтерів - нанесення різної змінною інформацією (дата виготовлення, кінцевий термін споживання, номер зміни, вага, логотип і т.п.) на пакувальний матеріал (полімерні плівки, папір, картон, ламінат, пластик, дерево, скло, метал та інші поверхні). [1] ст. 83-89

За видами маркувальне обладнання класифікують наступним чином:

- контактне (термотрансферним обладнання зі старт - стопним і безперервним режимом);
- безконтактне каплеструйне обладнання (дрібносимвольне, великосимвольне);
- лазерне маркувальне обладнання.

1.1 Контактне маркування

Розглянемо докладніше, які способи контактного нанесення інформації існують:

1. Механічне маркування: може наноситись видавлюванням, висічкою, перфорацією, гравіюванням або штампом. Даний спосіб є досить витратним з точки зору зносу використовуваного обладнання. Крім того, він є контактним, а значить, залишається ймовірність псування окремих виробів або цілих партій (наприклад, при неправильно нанесеної перфорації). Для ідентифікації таким способом підходять далеко не всі групи товарів.
2. Термічний вплив (оплавлення і запис). Переваги та недоліки у даного способу аналогічні попередньому: сама технологія нанесення є досить простою, однак це не виключає високу вартість експлуатації і швидкий знос обладнання, а

також - складність в налаштуванні програм (наприклад, при необхідності зміни наносяться знаків).

3. Термотрансферний друк (або термоперенос). Як правило, таким способом інформація наноситься не на сам товар, а на його упаковку, тару або інші супровідні матеріали. Термоперенос є відбиток фарбувальної стрічки. Переваги цього методу полягають в широкому розмаїтті наносимої інформації: таким способом можна нанести не тільки буквено-числові знаки, а й штрих-код, дані про виробника і багато інших відомостей, важливі для споживача. Однак ідентифікація товару за допомогою термопереносу має і свої мінуси, до яких відноситься висока вартість витратних матеріалів (фарбувальної стрічки), що безпосередньо впливає на кінцеву собівартість готового товару.

1.1.1 Шовкографія

Трафаретний друк (шовкографія) - метод відтворення як текстів і написів, так і різних зображень (чорно-білі та кольорові) за допомогою трафаретного друкованої форми, що представляє собою дрібнопористий сітку, крізь отвори якої фарба переноситься на запечатується поверхню.

Шовкографією називають різновид трафаретного друку, в якій в якості формного матеріалу використовуються спеціальні моноволокну поліефірні, поліамідні (нейлонові) або металеві сітки частотою 4-400 ниток/см і товщиною приблизно 40-500 мкм. Зазвичай пробільні елементи формують безпосередньо на сітці фотолітографічним способом.

Для виготовлення трафарету на сітку наноситься шар фоторезиста, при цьому може бути використаний як сухий плівковий фоторезист (капілярна плівка), так і рідкий фоторезист, який висушують на сітці після нанесення, а також комбінування цих двох способів. Після нанесення фоторезиста все осередки сітки виявляються закритими плівкою фоторезиста. Потім трафарет опромінюється УФ-випромінюванням з довжиною хвилі 360-420 нм, зазвичай від ртутної кварцовою лампи через маску.

У переважній більшості випадків експонування проводиться контактним способом. Через прозорі ділянки маски фоторезист на трафареті засвічується УФ-випромінюванням і при цьому полімеризується, стаючи нерозчинним у воді за винятком ділянок, що не зазнали опромінення (закриті затемнені ділянками фотошаблону). Незакриті від світла ділянки неекспонованого фоторезиста після експозиції змиваються водою. Ділянки зі змитим фоторезистом є друкованими елементами, так як осередки сітки на цих ділянках не закриті плівкою несмитих фоторезиста.

Безпосередньо саме нанесення фарби виробляють спеціальним інструментом, званим ракель, при цьому ракель проводять по верхній (ракеля) стороні сітки (трафарету), простягаючи валик густий фарби уздовж всього трафарету. Таким чином, фарба дозовано проходить через вічка сітки в тих місцях, де змито фоторезист.

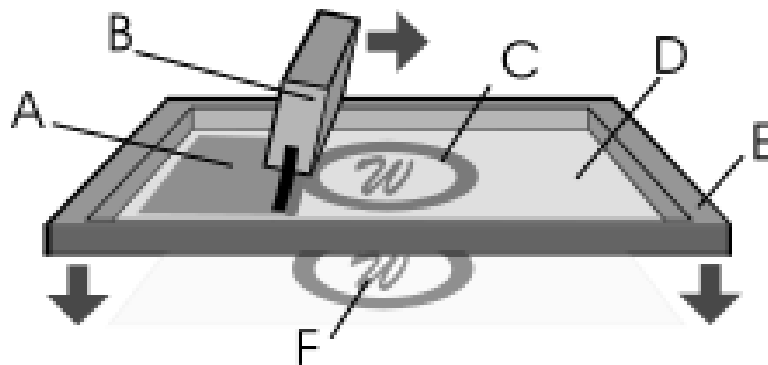


Рисунок 1.1 Техніка нанесення зображення методом шовкографії.

А - ділянку трафарету з нанесеним шаром фарби; В - ракель; С - незахищений фоторезистом ділянку трафарету; D - ділянку трафарету без фарби; Е - рама кріплення трафарету; F - нанесений малюнок.

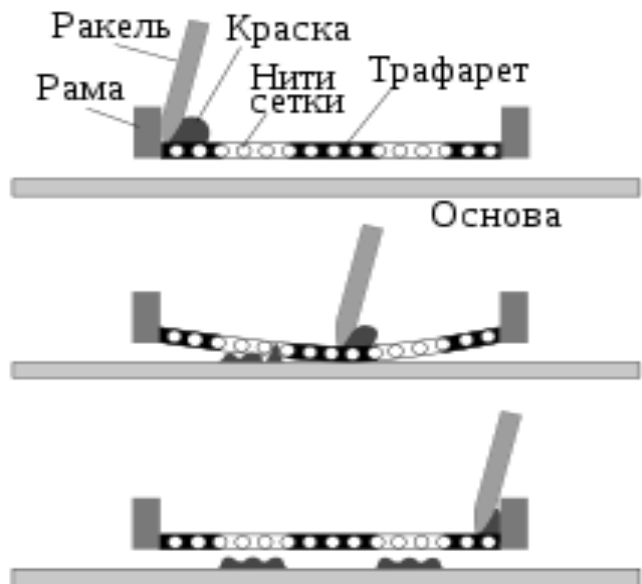


Рисунок 1.2: Принцип шовкографії

1.1.2 Офсетний друк

Офсетний друк — технологія друку, за якої фарба з друкарської форми переноситься на сприймаючу поверхню (матеріал, що задруковується) не напряму, а за допомогою проміжної еластичної поверхні, фактично — через проміжний, офсетний циліндр. Відповідно, на відміну від інших способів друку, зображення на друкарській формі — не дзеркальне, а пряме.

Це поширений вид виробництва друкованої продукції. Ним можна виготовляти акцидентну продукцію (бірки, бланки для нагородження, буклети, візитки, листівки, меню та сети, плакати, флаєри, генгери), різну споживчу продукцію (блокноти, паперові пакети, воблери, конверти, наліпки, папки, стікери та блоки для записів, цінники, шелфтокери), рекламно-комерційну поліграфію (календарі, поштівки), багатосторінкову продукцію (брошури, журнали, каталоги, книги), опакування та навіть пластикові картки, із застосуванням офсетного друку без зволоження (т. зв. «сухий» офсет).

Високий рівень автоматизації дозволяє виконати навіть найскладніші поліграфічні роботи у короткі терміни, зберігаючи при цьому рівень якості офсетного друку. Офсет застосовують для друкування і на грубих сортах

паперу, пластику, жерсті. М'яка гума краще прилягає до паперу і краще передає фарбу, більш якісно відтворює зображення.

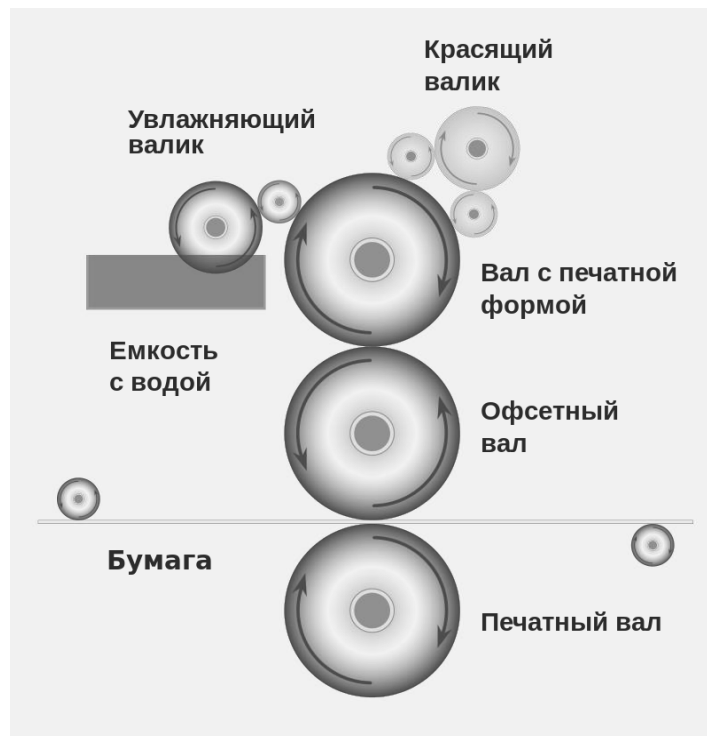


Рисунок 1.3: Принципова схема дії офсетної машини

Переваги офсетного друку:

1. Найвища якість відтворення оригінала. В порівнянні з усіма іншими видами друку офсетний відрізняється надзвичайною якістю та яскравістю. При друкуванні можуть бути використані не лише основні кольори (СМΥК), але й додаткова палітра (pantone), а також лакування.
2. Універсальність при виборі матеріалів. Друкованою основою може бути не лише папір та картон, але й пластик, вініл, бляху тощо.
3. Великі накладки у стислі терміни. При випуску великого тиражу продукції технологія офсету дає змогу видрукувати замовлення швидше, ніж інші види друку. Повнокольорові брошури, буклети, стікери, запрошення, календарі, плакати, етикетки, а також просто великі накладки — все це зона офсетного друку.

1.1.3 Термотрансферная маркировка

Термотрансферная маркування - це оперативний друк інформації за допомогою спеціалізованих принтерів термо- або термотрансферним способом на самоклеючих етикетках. Зображення на етикетці проявляється під час нагрівання термоелементів друкуючої головки до 80 С. Цей спосіб друку дозволяє дуже швидко наносити інформацію на етикетку, без втрати якості і чіткості. Головною особливістю термотрансферного друку - можливість оперативно змінювати інформацію на етикетці. Все завдяки відсутності друкованих форма, матриць і штампів.

Термотрансферний друк наноситься за допомогою спеціальних принтерів, які призначені для друку на рулонних етикетках. Але щоб нанести певну інформацію на етикетку, потрібно її спочатку підготувати. І тут існує кілька способів:

1. Створення етикетки на самому принтері. Для цього знадобиться автономний принтер, який має клавіатуру, дисплей і спеціальне програмне забезпечення. Однак, на перший погляд перевага в тому що не потрібен окремий комп'ютер, такий принтер виглядає громіздко, що не дуже мобільно, а через невеликий розмір дисплея немає можливості бачити етикетку перед друком. Тому такі принтери зараз не дуже популярні.
2. Створення етикетки на комп'ютері. Це можливо як в стандартних програмах, так і в спеціалізованих. Після створення, макет етикетки завантажується в сам принтер. Це найпопулярніший спосіб розробки етикеток на сьогоднішній день.

Основний недолік такого методу є сильно обмежений простір друку та використання тільки спеціальний папір для таких принтерів, також не рідкий випадок коли робочі органи пристрою виходять з ладу через вплив високої температури яка потрібна для проявлення фарби на етикетці.



Рисунок 1.4: Модель термотрансферного принтера

Які існують види етикеток:

- Етикетки з термобумаги. Найдешевший вид маркування. Мають короткий термін служби. Не вимагають фарби для друку - фарбувальний шар вже нанесений на поверхню паперу. Головний мінус таких етикеток - низька стійкість до температур, вологи, механічних контактів, хімічних речовин. Щоб збільшити термін служби таких етикеток, їх часто покривають лаком.
- Паперові термотрансферні етикетки. Для їх створення можуть застосовуватися кольорові термотрансферні стрічки, у них більш стійкий відбиток. Також вони нестійкі до стирання, вологи і розриву.
- Стандартні полімерні етикетки. Виготовляються з поліпропілену і поліетилену і мають чіткість та якість друку. Стійкі до вологи і неагресивних розчинників. При своїх перевагах мають відносно невисоку вартість.

- Стійкі полімерні етикетки. Виготовляються на основі поліестеру, що підвищує стійкість відбитка. Такі етикетки мають спирто-бензостійкі властивості, витримують температури до 150 С. Вони часто застосовуються при маркуванні побутової техніки, приладів і обладнання.
- Термостійкі полімерні етикетки. При їх виготовленні використовують спеціальні стрічки і клейові основи, що витримують високі температури до 300 С. Такі етикетки мають високу вартість, тому їх використовують тільки в сферах, де продукт виробляється при екстремально високих температурах.
- Пломбувальні етикетки. Як правило, це паперові і полімерні етикетки, які руйнуються при спробі їх відірвати. На них наносять серійний номер, номер зміни і т.д. і застосовують як пломбу на упаковках.

Термотрансферний спосіб друку, заснований на перенесенні фарби з термотрансферного стрічки на пакувальний матеріал за допомогою прямого, точкового теплового впливу друкуючої головки (матриці). Термотрансферні принтери легко інтегруються в пакувальні машини в основному із конвеєрним рухом пакувального матеріалу. При цьому вони не вимагають подачі стисненого повітря і можуть працювати, як в ручному, так і в автоматичному режимі. Недоліком є необхідність в плоскій поверхні пакувального матеріалу і відносно висока вартість відтиску марки.

У термотрансферному маркуванні витратним матеріалом є термотрансферна стрічка. При однорядковому друку рулону стрічки (300м) вистачає на 75 000 відбитків. Вартість такого одного відбитка в один рядок (наприклад, 22.09.20) становить близько 0,32 коп. в залежності від кольору і типу стрічки.

1.2 Безконтактне маркування

Відносно технологічного забезпечення каплеструйних друк є одним з найнадійніших способів маркування. Принтери, які працюють на основі

краплеструменевої технології, відрізняються параметрами друку - одні наносять дрібносимвольну інформацію, інші великосимвольну. До першої групи відносять моделі, які наносять маркування висотою від 1,5 мм до 14 мм. Друк великосимвольних принтерів по висоті становить від 10 мм до 115 мм.

Сучасне маркувальне обладнання являє собою автоматизовані пристрої. Всі процеси друку контролює програмне забезпечення. Щоб почати роботу з таким обладнанням потрібно просто натиснути кнопку. Крім того, дрібносимвольних принтери наприклад, здатні виконувати автоматичну промивку друкуючої головки при включенні, що виключає щоденну ручну очистку. Поповнення чорнила або їх заміна може бути здійснена в процесі роботи принтера, в зв'язку з чим не потрібно зупинки конвеєрної лінії.

Дрібносимвольне краплеструйне маркування відбувається шляхом безконтактного нанесення буквено-цифрової та графічної інформації на будь-який тип поверхні. Зображення символів яке маркується на об'єкті є матрицею крапель, стовпці якої утворюються електричної рядків пропорційно величині заряду крапель, а друга координата виходить за рахунок відносного переміщення продукту, що маркується об'єкта і голівки.

Електрокраплеструйні маркатори мають низьку собівартість нанесення маркування. Так, усереднена собівартість друку рядки з шести символів при витраті 1 л фарби на 90 млн символів (наприклад, 22.09.20) складе орієнтовно 0,006 коп, тут важливим критерієм в ціні є кількість крапель в одному рядку матриці.

Принтери для великосимвольного безконтактного маркування, легко вбудовуються в різні технологічні лінії, і дозволяють наносити необхідну інформацію на будь-яку пористу поверхню (короба, вироби з паперу, гіпсокартон і т.д.) з різною висотою символів і мають безліч функцій.

Принтери використовують так звану DOD (drop-on-demand) - технологію. Дана технологія заснована на разових викидах чорнильних крапель з сопел друкуючої головки. На відміну від принтерів малих знаків тут використовується

паралельний друк всього символу по висоті одночасно з декількох сопел друкуючої головки.

Каплеструйні маркувальні принтери мають такі можливості: Одночасне нанесення на різні матеріали, маркування можна наносити на кабельні дроти, скляну тару, пакування продуктів харчування, виконані з різних матеріалів, і на дрібні крихкі предмети, які не можна маркувати контактної печаткою через можливість їх пошкодження. [3] ст. 106-107.

Застосування спеціальних фарб, що світяться в УФ-променях або харчової фарби. Оперативна зміна інформації від однієї продукції до іншої за допомогою зміни порядкового номера в марці з довільним кроком.

Даний вид маркувального обладнання відрізняється високою швидкістю друку, що важливо для сучасних виробничих ліній. Деякі моделі принтерів підтримують функцію зміни коду, завдяки чому корегувати дані які наносяться на об'єкт можна без зупинки виробничого процесу. Ті моделі, які додатково комплектуються мікросхемами реального часу, можуть також наносити на продукцію інформацію по даті і часу маркування.

Для виробничих ліній потрібні добре захищене від зовнішніх впливів обладнання, тому більшість каплеструйних принтерів мають системами захисту, які забезпечують безперебійну роботу навіть у важких промислових умовах. Для маркування, в свою чергу, потрібні стійкі чорнила - на водній, спиртовій або метилетілкетоневій основі, рідше використовують чорнила на котоновій основі так як вони потребують частого обслуговування, в свою чергу дають більш яскраву та стійкішу марку.

Як вже зазначалося вище, інтегрування каплеструйних маркувальників в виробничий цикл, дозволяє маркувати вироби з великою швидкістю. Інформація наноситься дрібно або крупно-символьною печаткою у вигляді тексту, штрихового коду і графіки при її русі по конвеєру. Використовувати каплеструйну технологію зручно для маркування групи товарів і індивідуальності тари, включаючи пляшки та інші види упаковки. Такий спосіб друку також

підходить для маркування м'яких і тендітних продуктових виробів - сирів, ковбас, яєць і ін. За рахунок різного кріпильного устаткування - кронштейнів, станини і інших. Можна встановлювати каплеструйних обладнання в будь-якій частині виробничого конвеєра, в залежності від вимог замовника. Такі маркіратори адаптовані під експлуатацію в умовах високої вологості, стійкі до механічних впливів - ударам, вібраціям і є зручним і надійним рішенням в середовищі великого виробництва.

1.2.1 СІД Друк (Неперервна подача чорнил)

Друкований символ, що наноситься каплеструйних принтером, складається з точковою матриці. Вона являє собою лінії або штрихи чорнильних крапель. Розміщення символів в кожному рядку здійснюється на певній відстані один від одного за допомогою електронного пристрою, що вимикає зарядження крапель в залежності від руху маркеруємої поверхні, що проходить під друкованою головкою.

Подача чорнила до сопла здійснюється під тиском, звідки вони виходять через калібрований отвір. У генератор крапель є шток, який робить коливання з певною тактовою частотою і таким чином розбиває чорнильний струмінь на дрібні краплі.

Після цього краплі проходять через проріз електрода і заряджаються. Рівень заряду кожної краплі залежить від того, в яку точку на матеріалі вона повинна потрапити. Мікропроцесорною системою управління за допомогою сигналів, які передаються від фазового детектора, синхронізується розбиття струменя на краплі, після чого вони направляються в систему з двома відхиляючими електродами. Під впливом електричного поля, створюваного цими електродами, відбувається відхилення чорнильних крапель від їх первинної траєкторії. І вже потім вони наносяться на поверхню маркувального матеріалу. Вертикальні стовпці точок формуються при друку за рахунок зміни заряду послідовних крапель. З огляду на рух матеріалу забезпечується горизонтальна розгортка. Таким чином, формуються букви і графічні символи.

При цьому ті незаряджені краплі, які непотрібні були для друку, знову повертаються в чорнильну систему, і проходять заново весь цей цикл. Це дозволяє економно витратити чорнило.

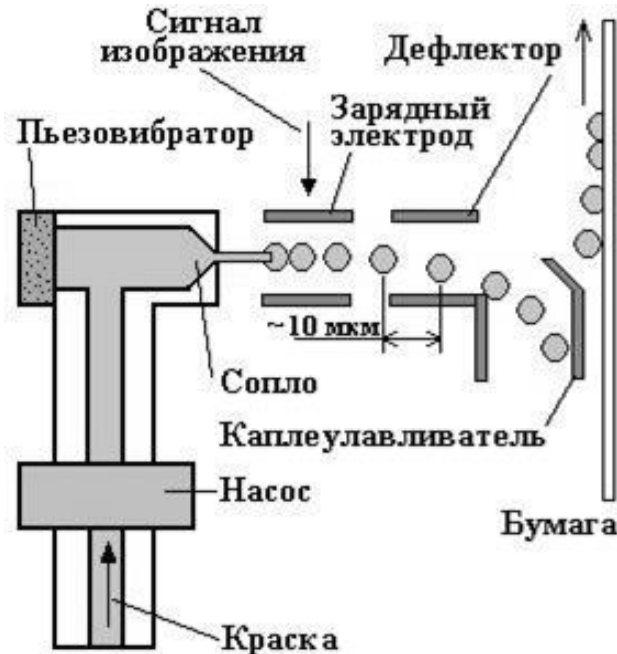


Рисунок 1.5: Схема роботи каплеструйного принтера СІД Друку

1.2.2 Каплеструйний друк з імпульсною подачею чорнила

Принцип краплеструменевого друку з імпульсною подачею чорнила полягає в емісії тільки тих крапель, які використовуються для формування зображень. Подача крапель, здійснюється також - під впливом тиску. Викидання чорнила по одній краплі з сопла відбувається завдяки тому, що тиск подається в якості короткочасного імпульсу.

Джерелами імпульсного тиску є п'єзоелектричні перетворювачі. При даній технології каплеструйний друк здійснюється на основі застосування зворотного п'єзоефекту, тобто за рахунок виникнення механічної деформації п'єзоелектрика, яка утворюється під дією електричного імпульсу. Через те, що п'єзоелектрик деформується, в чорнильній камері виникає імпульс тиску, який і виштовхує з сопла чорнильну краплю.

Плоскі п'єзоелектрики коштують недорого, тому принтери, які здійснюють друк на основі їх використання, відрізняються більш низькою вартістю, але для них потрібні друковані головки з міцним корпусом, оскільки такі п'єзоелектрики роблять коливання з великою амплітудою.

Регулюючи напругу, яка подається на п'єзоелектрик, можна контролювати розмір крапель під час друку. Завдяки такій можливості краплеструменевого друку вдається отримати найкращої якості зображень для друку на різних поверхнях. Це є основною перевагою п'єзоелектричних друкуючих систем. Крім того, використовувані імпульсні головки відрізняються довговічністю, що також є безсумнівним плюсом даного методу.

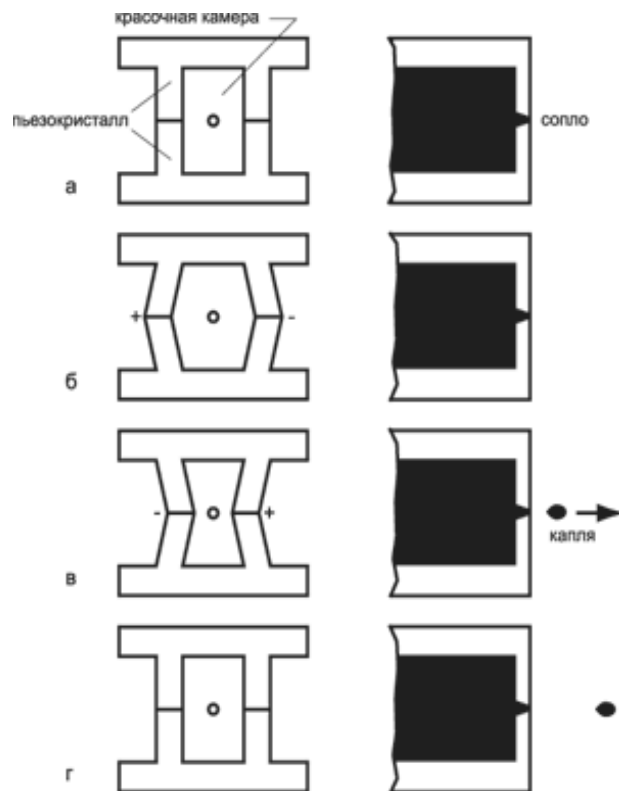


Рисунок 1.6: Емітер п'єзоелектрик з деформацією зсуву

Перевагою даного методу метода можна вказати високу компактність друкуючого елемента, через те що друкуюча головка не потребує генератора крапель.

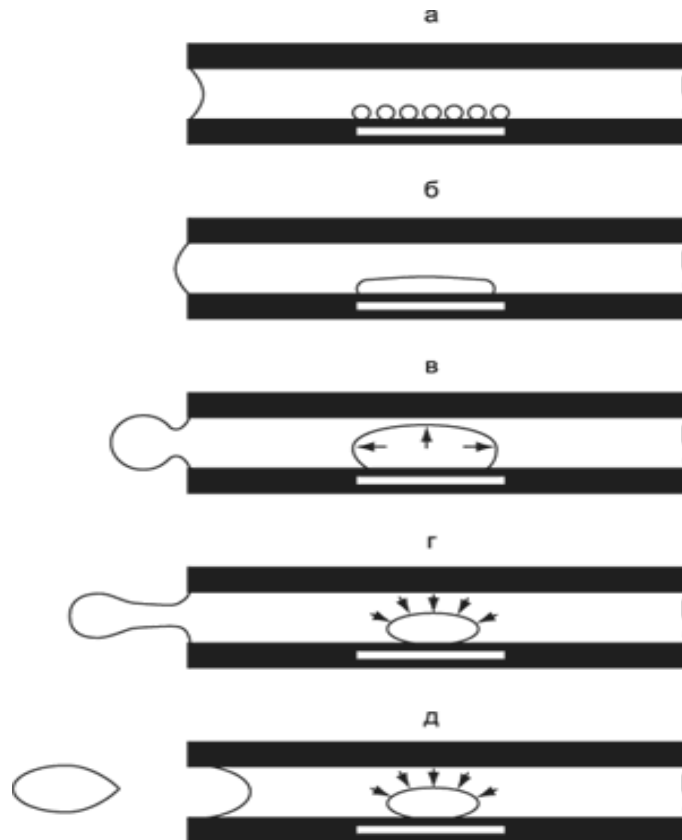


Рисунок 1.7: Емітер імпульсного краплеструменевого друку: а - стан спокою; б, в - подача напруги, що управляє на термоелемент, формування бульбашки пари; г - викид краплі; д - відключення напруги, що управляє, охолодженням термоелемента

1.2.3 Клапанна система ("Dot on Demand" "крапля на вимогу")

На відміну від систем CIJ, в клапанній системі DOD краплеутворення здійснюється не постійно, а лише в певний момент часу по команді від контролера. Крім цього, вона підтримує інший метод управління друкованим процесом і подачі чорнила. Основною сферою застосування таких краплеструйних принтерів, є маркування вторинної упаковки.

Основа технології друку DOD (drop-on-demand) полягає в разовому викиді чорнильних крапель з друкуючої головки. При цьому здійснюється паралельна друк всього символу по висоті з декількох вихідних отворів одночасно.

У даних моделях принтерів використовуються друкуючі головки з 7 або 16 клапанами, вибір яких залежить від кількості рядків, які потрібно нанести на виробі. 7-ми клапанні наносять по одному рядку, 16-клапанні - по дві.

Клапани утворюють систему подачі, в яку чорнило подає колектор з головного резервуара. При впливі електронного керуючого сигналу, осьові клапани потоку відкривають канали, за якими чорнило проходить до плати сопла. Причому в залежності від імпульсу відкривається певний клапан. Матеріал, проходячи повз друкованого елемента, створює горизонтальну розгортку, а чорнило, видуває під тиском - вертикальну. Таким чином, при накладенні розгортки формується друк.

DOD-друк включає два основні методи. Перший - електроклапанна технологія, в якій для вибору чорнила з отворів друкованої головки застосовуються електроклапани, вони ж служать для відкриття і закриття вихідних отворів. Другий метод - п'єзoeлектричний технологія, яка заснована на використанні друкуючої головки, що складається з 32 каналів. Їх управління здійснюється п'єзoeлектричними резонаторами. Кожен канал, в свою чергу, включає декілька сопел, через які проходять чорнило. Їх кількість в каналі може варіюватися від 3 до 8, в залежності від типу використовуваної головки. При подачі напруги на резонатори, їх розміри зменшуються, завдяки чому чорнило займають простір, що звільнився друкованого каналу.



Рисунок 1.8: Схема маркіатора по принципу DOD

Після того, як подача напруги припиняється, розмір резонаторів і чорнило відновиться, з огляду на звуження простору, виштовхнути через сопла з друкованих каналів. При такій технології не потрібне використання зовнішніх насосів, крім того, в принтерах відсутні рухомі або обертові частини, що підвищує надійність і стійкість роботи обладнання.

Кожна технологія друку відповідає певним вимогам щодо маркування. Наприклад, якщо потрібно нанесення ідентифікаційних даних на вторинну упаковку, наприклад, найменування продукту з зазначенням його дати випуску в один рядок на картонній коробці, то для цих цілей цілком підійде принтер з електроклапани DOD-технологією. Якщо ж потрібно найбільш повна ідентифікація упаковки з нанесенням символів різної висоти, штрих-коду, логотипу в кілька рядків, то з такими вимогами впорається принтер з п'єзоелектричною системою друку DOD.

При комплексному використанні перерахованих вище можливостей принтера підробити електрокапльєструйних маркування практично неможливо.

Слід зазначити, що дані застосування в цих та інших галузях електрокапльєструйних маркування безперервно розширюються, пред'являючи до виробників принтерів додаткові, все більш жорсткі вимоги і стимулюючи нові розробки.

1.2.4 Чорнило для краплєструменєвого друку

Чорнило, використовувані в пристроях краплєструменєвого друку, повинні, з одного боку, забезпечувати функціонування цих пристроїв, а з іншого - відповідати вимогам, що пред'являються до відбитку замовником. Залежно від агрегатного стану при нормальних умовах чорнило діляться на рідкі та тверді.

Тверді чорнило можуть застосовуватися, наприклад, в пристроях п'єзоелектричного краплєструменєвого друку в вигляді розчину. Тверді чорнила являють собою суміш хімічно стійкого кристалічного полімеру з фіксованою температурою плавлення, що пов'язує речовину і барвник.

У більшості пристроїв краплеструменевого друку використовуються рідкі чорнила. Для чорнила, що застосовуються в пристроях з безперервною подачею чорнил, важливою характеристикою є діелектрична проникність, тобто здатність сприймати заряд. Для забезпечення керованої електризації крапель в ці чорнила вводяться спеціальні добавки для підвищення їх електропровідності (різні неорганічні і органічні іонізуючого з'єднання).

Для чорнила, що застосовуються в пристроях термоелектричної краплеструменевого друку, дуже важлива стабільність температури кипіння. В якості барвників в чорнилі можуть використовуватися як барвники, так і пігменти.

У разі застосування пігментів для підвищення їх концентрації без зміни в'язкості і поверхневого натягу в чорнило додаються поверхнево-активні речовини (ПАР).

Важливим показником стабільності властивостей чорнила є їх коагуляційна стійкість. Головна причина коагуляції, яка веде до забивання сопла і погіршення якості друку, - присутність в чорнилі катіонів полівалентних металів (кальцію, магнію, заліза). Для контролю схильності чорнила до коагуляції необхідно вимірювати їх провідність. [7] ст. 42-50.

Аналіз літературних і патентних джерел, показав, що більшість композицій чорнила має наступні характеристики:

1. в'язкість не перевищує $10 \text{ мПа} \cdot \text{с}$;
2. величина поверхневого натягу варіюється від 25 до 60 мН / м;
3. концентрація барвника компонента не перевищує 5 мас.%;
4. концентрація сполучних не перевищує 10 мас.%.

1.3 Лазерне маркування

Потужні лазери безперервної дії застосовуються для різання, зварювання й пайки деталей з різних матеріалів. Висока температура випромінювання дозволяє зварювати матеріали, які іншими методами з'єднати не можна (наприклад, метал з керамікою). Висока монохроматичність випромінювання дозволяє сфокусувати промінь в точку діаметром близько мікрона (за рахунок відсутності дисперсії, і застосовувати його для виготовлення мікросхем (так званий метод лазерного скрайбування - зняття тонкого шару). Для обробки деталей у вакуумі або в атмосфері інертного газу лазерний промінь можна вводити в технологічну камеру через прозоре вікно.

Основна область застосування малопотужних імпульсних лазерів пов'язана з різкою і зварюванням мініатюрних деталей в мікроелектроніці і електровакуумної промисловості, з маркуванням мініатюрних деталей, автоматичним випалюванням цифр, букв, зображень, як в промисловому маркуванні, так і в поліграфічній промисловості за допомогою лазерних маркувальників.

Призначення лазерних маркувальників - нанесення різної змінної інформації (дати виготовлення та кінцевого споживання, номера зміни, номер лінії, логотипу, ваги, реального часу виробництва і т. д.). На пакувальний матеріал (полімерні плівки, картон, скло, ПЕТ пляшки і т. д.).

Лазерне маркування здійснюється лазерним променем, який фокусується на поверхні матеріалу і нагріває його в певних точках, що призводить до зміни якості матеріалу, а точніше до локальної зміни його кольору або часткового випаровуванням.

Формування зображення на виробі може виконуватися двома методами - растровим або векторним. Растровий малюнок створюється також, як і при друку на принтері, тільки замість друкуючих головок використовується лазерний промінь. При цьому променем через підрядник «сканується» зображення, з включенням і вимиканням випромінювання в потрібні моменти.

Векторне зображення формується плоттерною печаткою, при якій променем «промальовується» зображення, шляхом впливу випромінювання на контурний малюнок по його векторних лініях.

Лазерна технологія була винайдена більш 40 років тому. З тих пір вона пройшла довгий шлях, протягом якого застосовувалася в сфері науки і стала доступною для промислового обладнання. За допомогою лазерного друку можна наносити буквено-цифрову інформацію, логотипи, а також штрих-коди і різні декоративні дизайнерські елементи на упаковки товарів і на пластикові вироби.

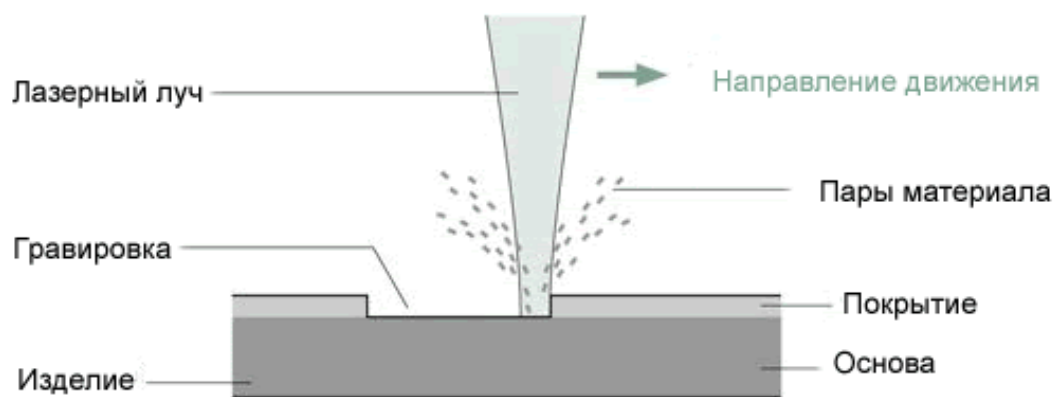


Рисунок 1.9: Схема лазерного маркування методом випаровування матеріалу.

Перевага лазерної технології полягає у тому, що вона є більш екологічною в порівнянні з іншими методами друку. Також вона зручна у використанні. Лазерний промінь можна легко регулювати через комп'ютерне управління, а маркування нескладно адаптувати відповідно до побажань клієнта, чого не можна сказати про друковані системи, які використовують фарби і чорнило. На відміну від них, лазерний друк не вимагає чорнила, друкованих форм і використання будь-яким чином розчинників, тому обходиться дешевше. [2] ст 36-43.

1.3.1 Сфери застосування лазерного маркування

Як метод, лазерне маркування розробляється протягом багатьох років і маркувальні лазерні принтери вже давно і успішно застосовуються в усьому світі. Однак в нашій країні дане рішення для маркування використовується не настільки широко. В основному, таке обладнання потрібно в Україні для високошвидкісних виробничих ліній, наприклад, для ліній розливу напоїв, оскільки в цій сфері висуваються жорсткі вимоги до маркування по стійкості до механічних впливів. Але слід зазначити, що в останні роки відзначається стійкий попит виробників до пристроїв для маркування лазером, що обумовлено такими перевагами лазерної технології як: чистота, зручність, висока швидкість і якість маркування, економічність.

У сучасному виробництві існує ряд завдань, для вирішення яких без можливостей лазерних принтерів ніяк не обійтися. Необхідність у використанні даної технології, підштовхнула до її розвитку. Наприклад, у лазера з'явилися кольорові можливості, а маркування тепер може виконуватися відразу з двох сторін одним лазерним променем, що дозволяє значно економити витрати.

Застосування лазерної технології носить переважно утилітарний характер, ніж декоративний. Лазерне маркування використовують виробники пластикової і ПЕТ-пляшок, вважаючи її найбільш зручним і ефективним рішенням для нумерації продукції і її датування в середовищі відтворювальних пакувальних ліній.

Застосовується вона також виробниками електронного і автомобільного устаткування, де за допомогою лазера наносять на вироби інвентарні номери і інформацію, важливу для клієнта.

Маркування лазером стала традиційною для нанесення ідентифікаційних даних на нашийники і бирки для тварин. Використовується вона також для друку цифр і букв на комп'ютерних клавіатурах, калькуляторах, а також на дисплеях мобільних телефонів. Не менш успішно лазерна технологія друку застосовується для інформаційних табло, які встановлюються на вулиці і добре

видно не тільки в денний, але і нічний час доби завдяки спеціальній лазерної підсвічуванні. [4] ст. 50-56.

1.3.2 Лазерне маркування пластикових виробів

Зараз існує лазерний друк для маркування пластикових виробів, здійснювана з використанням двоокису вуглецю (CO₂) і Nd YAG (неодиму алюмоітрієвому гранат). Принтери з CO₂ лазерним друком найбільш затребувані, оскільки більш доступні за ціною. Такі моделі випускає, наприклад, компанія Domino центр якої знаходиться в Великобританії.

Особливість CO₂ лазерів полягає в тому, що вони можуть працювати на відстані довгих інфрачервоних хвиль в 10.6 мікрон, тобто пропускати лазерний промінь через форми для нанесення маркування, перебуваючи на досить великій відстані від об'єкта.

В інших моделях лазерний промінь формується в точки аналогічно тому, як це відбувається в точкових і матричних принтерах. Деякі з останніх лазерних пристроїв здатні наносити інформацію на пластик, і виглядають як шарикова ручка.



Рисунок 1.10: Лазерная маркировка на пластиковых пляшках.

Повертаючись до лазерів CO₂, потрібно також сказати, що маркування з їх використанням може відбуватися зі швидкістю до 6000 знаків / хв, в зв'язку з чим, обладнання з такою лазерною технологією, є ефективним рішенням для виконання великих обсягів робіт, в яких не потрібно абсолютної точності зображень. Його легко можна налаштувати під маркування у вигляді нанесення дати, кодів та тексту. Однак, лазерне обладнання з технологією на основі CO₂ обходиться в порівнянні зі звичайними лазерними принтерами в кілька разів дорожче (від 30 тисяч доларів). [5] ст. 96-110.

Лазери, що використовують неодиму (Nd YAG), більш зручні щодо адаптації до зміни шрифтів і форм упаковки, а крім того вони забезпечують отримання більш точного зображення. Ці особливості зробили їх затребуваними в медицині (для маркування електронних датчиків, хірургічних інструментів). Лазерне випромінювання в такому обладнанні здійснюється на довжині інфрачервоних хвиль 1,064 мікрон. Кошують такі пристрої приблизно в два рази дорожче, ніж CO₂ лазери.

Управління будь-якими лазерними маркувальними системами здійснюється через комп'ютер, на який встановлені спеціалізовані програми, в яких оператор може змінювати налаштування маркування під час роботи. Швидкість лазерної маркувальної лінії може досягати 1000 мм / сек.

Нанесення ідентифікаційної інформації лазером підходить для всіх видів комерційних пластиків і смол. Єдине для даного завдання додатково можуть знадобитися спеціальні добавки, без яких виконати маркування неможливо.

Маркувати пластики можна різними способами: шляхом зміни кольору поверхні матеріалу, її спінювання, гравіюванням, а також гравіюванням зі зміною кольору.

1. Колір змінюється в результаті хімічної реакції, що виникає при нагріванні пластикової поверхні розпеченим променем лазера.

2. Вспінювання відбувається при фізичному перестроюванні молекул полімерів, яке виникає також через освітлення загального тону поверхні.
3. Гравірування наноситься гарячим лазерним променем, вплив якого викликає перестроювання поверхні смоли.
4. Зміна кольору під час гравіювання виникає під впливом дуже сильно нагрітого лазерного променя. Залежно від застосовуваних добавок і матеріалів, маркування можна зробити темною на світлій поверхні, або навпаки, світлої на темній поверхні.

Висновки розділу

У зв'язку з вищесказаним найоптимальнішим і ефективним рішенням по співвідношенню «ціна - функціональність - універсальність - якість» є електро-каплеструйне маркування.

Основними перевагами можна виділити:

- висока якість друку навіть при великих швидкостях нанесення;
- легкість і зручність інтеграції обладнання в виробничу лінію;
- низьку витрату чорнила і розчинника;
- широкий асортимент чорнила;
- значно низька ціна в порівнянні з іншими способами маркування

При використанні сучасних матеріалів та нових технічних рішень можна покращити технологію електро-каплеструйного маркування для отримання наступних переваг:

- швидка заміна витратних матеріалів без зупинки виробничого процесу (потрібно розробити двоконтурну гідросистему щоб позбутися постійного тиску в резервуарах з чорнилом та розчинником).

- збільшені інтервали між рекомендованими технічними обслуговуванням (потрібно розробити друкуючу головку з можливістю автоматичної промивки розчинником від фарби).
- надійність з використанням сучасних матеріалів в основних вузлах таких як:
 - насос (використати мембрани стійкі проти розчинників);
 - трубки гідросистеми (замінити пластмасові трубки на силіконові);
 - віскозиметр (розробити універсальний пристрій для постійного моніторингу в'язкості фарби);
 - генератор крапель (потрібен генератор з сучасних сплавів, для збільшення компактності та надійності) ;
- можливість нанесення на різні поверхні (потрібно пристосувати пристрій для роботи на пігментній фарбі а не на водній основі);

Також високу універсальність при виборі поверхні на якій буде відбуватись друк марки, такі як:

- пластик, пластмаси, полімери;
- скло;
- метал;
- папір, картон;
- безпосередньо поверхні продуктів харчування.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ОПИС ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ.

2.1 Призначення і принцип дії маркувальної системи

Електрокаплеструйний дрібносимвольний маркувальний принтер призначений для безконтактного нанесення буквено-цифрової і графічної інформації на маркувальні поверхні при відносному переміщенні об'єкта маркування над маркувальною голівкою.

Маркиратор має маркувальну голівку, яка генерує безперервний потік монодисперсних крапель, які летять зі швидкістю 10-15 м / с. За допомогою електростатичного індукції використовувані краплі заряджаються. Потім за допомогою впливу на заряджені краплі постійного електростатичного поля, відбувається зміна траєкторії їх польоту. Величина заряду краплі пов'язана з кутом її відхилення від прямолінійного основного потоку і відповідно з місцем її потрапляння на об'єкт в поперечному руху напрямку. Незаряджені краплі траєкторії польоту не змінюють і, потрапляючи в пастку, та повертаються в систему подачі чорнила.

Зображення символу на маркуючому об'єкті являє собою матрицю крапель, стовпці якої утворюються електричною розгорткою, яка пропорційна величині заряду крапель. А друга координата виходить за рахунок відносного переміщення продукту, що маркується від об'єкта щодо друкуючої головки.

При постійній циркуляції чорнила в гідросистемі відбувається поступове випаровування розчинного компонента з чорнильною сумішшю, тому для підтримки заданої в'язкості суміші необхідна регулярна добавка чистого розчинника. Таким чином, принтер при роботі споживає рідина двох типів - чорнило і чистий розчинник для цього типу чорнила.

В краплеструйних маркираторах досить складна гідросистема. У принтері використовуються два бака, один для фарби, інший для розчинника, а в деяких

апаратах є ще й третій бак (міксерних резервуар) в якому фарба змішується з розчинником. Розчинник використовується для підтримки оптимальної в'язкості чорнила в системі.

Насос забирає фарбу з бака з фарбою або міксерного резервуара і створює тиск в чорнильній системі. Використовуючи дані з датчика тиску, електроніка принтера підтримує постійний тиск. Електроніка маркіратора так само регулює добавку розчинника в фарбу для забезпечення оптимальної в'язкості чорнила.

В процесі роботи маркіратора з фарби випаровується розчинник. Через систему трубок, фарба надходить до п'єзоелектричного генератора крапель, а після нього до сопловому елементу (сопло), яке утворює струмінь. Діаметр сопла становить від 30 до 80 мікрон в залежності від конфігурації принтера. Генератор крапель створює вібрації з певною частотою, які передаються на сопло і на виході з сопла, струмінь дробиться на окремі краплі - звідси і назва «каплеструйний». Потім вже окремі краплі проходять через два ряди електродів. Перший - заряджають електроди, проходячи через які, окремі краплі отримують певний заряд. Другий - відхиляючі електроди (напруга на них може досягати 15 кВ), проходячи через які, заряджені краплі відхиляються від траєкторії свого польоту. Краплі, які не отримали заряд уловлюються спеціальною пасткою і повертаються у чорнильний резервуар через систему трубок.

2.2 Віскозиметр (вимірення вязкості чорнила)

Для забезпечення якісного друку і надійної роботи електрокаплеструйної техніки необхідно постійно виміряти в'язкість робочої рідини (фарб, чорнила) і керувати цим параметром, наприклад стабілізувати його шляхом дозованого доливання розчинника. Розробка цього пристрою детальніше описана у дипломній роботі [10].

Відомі два основних способи для вимірювання в'язкості рідини як в лабораторних умовах при дослідженні або приготуванні фарб, так і безпосередньо в електрокаплеструйних принтерах під час їх роботи для контролю параметрів рідини.

Перший спосіб визначення в'язкості рідини базується на законі Стокса

$$F_{\text{тр}} = 6\pi\eta r v \quad (2.1)$$

де $F_{\text{тр}}$ - сила тертя в рідині, v - швидкість падіння кульки щодо рідини, r - радіус кульки, η - динамічна в'язкість.

На цьому законі засновано визначення в'язкості віскозиметром Гепплера. При цьому в трубку певного діаметру, заповнену досліджуваною рідиною, опускають кульку і вимірюють швидкість його падіння або час прольоту певних міток на трубці, які і являються мірою в'язкості рідини. Береться до уваги, що при ламінарному обтіканні падаючої кульки сила тертя врівноважується вагою кульки за вирахуванням статичної підйомної сили [16] - стор.129;

До недоліків даного способу вимірювання в'язкості можна віднести зазвичай значні габарити установки, труднощі та складність при автоматизації процесу вимірювання. З використанням сучасних мікроконтролерів можливо реалізувати компактний та точний віскозиметр, який зможе поміститися у компактну систему маркування.

Пристрій для вимірювання в'язкості рідини в гідросистемі електрокаплеструйних принтера з даного способу складається з двох датчиків хола, та неодимового магніта, а в гідросистему додатково введені підключені до віскозиметра капілярний канал і мікроконтролер для вимірювання часу падіння магніту.

Рідина під тиском головного чорнильного насоса, наприклад, в кілька атмосфер періодично або одноразово подається в камеру віскозиметра, після чого після проходження першого датчика починається вимірювання часу, тобто час між спрацюванням датчиків хола які реагують на магнітне поле.

В цьому випадку перехідний процес датчика описується співвідношенням

$$p(t) = P_{\text{max}} e^{-t/\tau_{\text{пер}}} \quad (2.2)$$

де $p(t)$ - поточне значення тиску, P_{\max} - максимальний тиск, $e = 2,718$, $r_{\text{пер}}$ - постійна часу перехідного процесу, яку і вимірюють.

Причому

$$r_{\text{пер}} = C_r R_r = k_{\eta} \quad (2.3)$$

де C_r , R_r - відповідно гідравлічна ємність і гідравлічний опір капілярного каналу, k - константа вимірювального каналу, η - динамічна в'язкість рідини.

Запропонований спосіб визначення в'язкості фарби можна обґрунтувати з використанням закону Ома для гідравлічного ланцюга

$$R_r = \frac{P}{Q} \quad (2.4)$$

де R_r - опір гідравлічної ланцюга, P - тиск, Q - об'ємна витрати.

З використанням закону Пузейля можна отримати

$$R_r = K_1 \eta_{\text{кр}} = \frac{P}{Q} = \frac{P}{V_{\text{нас}}/T_{\text{нас}}} \quad (2.5)$$

де $V_{\text{нас}}$, $T_{\text{нас}}$ - обсяг порції одного качка насоса (постійна задана величина) і його період, K_1 - постійний коефіцієнт гідравлічної ланцюга, залежить від геометричних параметрів. [17] - стор.202.

З цього отримуємо основне співвідношення для визначення в'язкості фарби

$$\eta_{\text{кр}} = K P_{\text{ср}} T_{\text{нас}} = \int_0^{T_{\text{нас}}} p(t) dt. \quad (2.6)$$

Таким чином, знаючи величину середнього тиску за час періоду дії насоса і величину періоду насоса $T_{\text{нас}}$, тобто сумарного часу нагнітання $t_{\text{наг}}$, а також геометричну константу, можна однозначно обчислити (визначити) абсолютну величину динамічної в'язкості фарби $\eta_{\text{кр}}$

Запропоноване технічне рішення відрізняється простотою і економічною реалізацією, так як використовуються вже наявні в гідросистемі

електрокаплеструйного маркіратора елементи: насос, датчик тиску, мікроконтролер.

Аналіз і обробка результатів вимірювань.

При розгляді експериментальних даних виявляються випадкові похибки вимірювань, так як спостерігається розкид результатів повторних вимірів часу витікання рідини τ . До розкиду вимірних значень τ призводить, наприклад, зміна в кожному вимірюванні реакція датчика при включенні і виключенні секундоміра, а також помилка параллакса при реєстрації моменту проходження шарика повз датчики. Випадкові похибки вимірювання величин (t_1) і (t_2) слід розрахувати за формулою

$$\Delta_{\text{вип}}(\tau) = t_{\alpha.n} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - (\tau))^2}{n(n-1)}} \quad (2.7)$$

де n - число дослідів, з яких визначено (τ) $t_{\alpha, n}$ - коефіцієнт Стюдента для надійності $\alpha = 0,68$ і числа вимірювань n .

У даному експерименті можна знехтувати інструментальними похибками при вимірі величин τ_1 і τ_2 , так як вони істотно менше випадкових похибок. Отже, повна похибка вимірювання величини $\langle \tau \rangle$

$$\Delta(\tau) = \Delta_{\text{вип}}(\tau) \quad (2.8)$$

Похибку результату непрямих вимірювань динамічної в'язкості потрібно розрахувати за формулою

$$\Delta\eta = \eta \sqrt{\left(\frac{\Delta(t_1)}{t_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta(t_2)}{t_2}\right)^2} \quad (2.9)$$

2.3 Збільшення точності друкуючої головки.

Друкуюча головка з'єднується з пристроєм управління за допомогою гофрованого шланга, що оберігає електричні та гідравлічні ланцюга від пошкодження.

Описана далі схема пропонується для збільшення точності та надійності. Розташування генератора крапель на самій друкуючій головці дозволяє позбутися проблеми недостатнього дроблення струменя фарби та збільшення частоти на якій це відбувається.

Генератор крапель має вібруючу форсунку, на кінці якої знаходиться змінний соплової елемент, в якому зроблено отвір правильної форми діаметром 50-70 мкм. Генератор крапель кріпиться до регулювальної пластини, що дозволяє виставити і зафіксувати його положення щодо корпусу головки

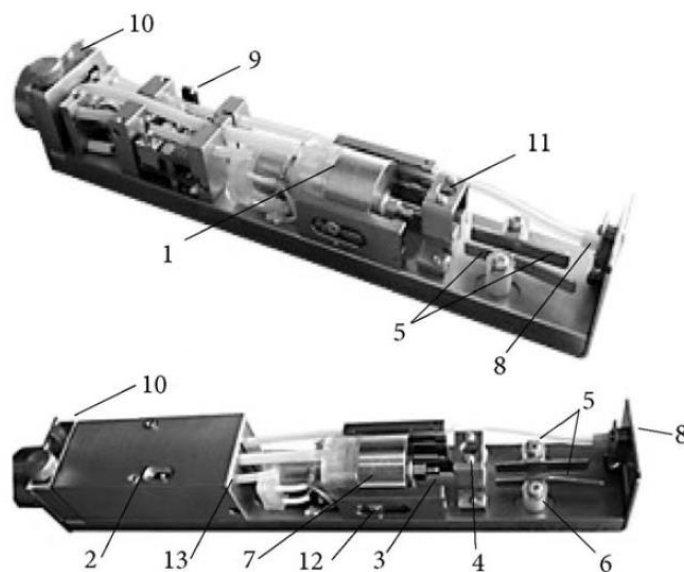


Рис. 2.1 – Друкуюча головка

Друкуюча головка включає:

1. генератор крапель, поєднаний з гідроклапаном
2. тумблер включення гідроклапана
3. змінний сопловий елемент
4. заряджаючий електрод, сполучений з датчиком заряду крапель
5. відхиляюча система, що складається з 2-х електродів
6. діелектрична проставка для електродів
7. гвинт регулювання положення генератора крапель
8. пастка невикористаних крапель

9. датчик пастки
10. індикатор включення струменя
11. лінза стробоскопа
12. гвинт обмежує зсув генератора крапель
13. гвинт пристрою затиску трубок

Контроль краплеутворення здійснюється за допомогою стробоскопічної підсвітки, встановленої в корпус заряджаючого електрода і лінзи. Відхиляючи електроди струменя незаряджених крапель розташовуються так, що електрод, який має мінусовий потенціал, розташований ближче до струменя, а електрод з плюсовим потенціалом віддалений від струменя. Зміна траєкторії польоту крапель відбувається в сторону позитивного електрода, хоча є незначні відхилення в бік негативного, тому негативний електрод віддалений від незарядженою струменя на 1,0-1,5мм.

При наповненні гідросистеми фарбою та вихід друкуючої головки на режим роботи (підвищення температури генератора крапель за рахунок тертя протікаючої в ньому фарби) pojawiaються пульсації тиску в системі через нерівномірний принцип роботи нагнітаючої помпи, щоб невикористані краплі завжди потрапляли у пастку пропонується використовувати наступний спосіб регулювання положення пастки.

Положення пастки регулюється щодо струменя незаряджених крапель переміщенням корпуса в горизонтальній площині. Після настройки тримач фіксується двома гвинтами. Струмінь в пастку повинен потрапляти між центром і лівим краєм трубки, якщо дивитися на пастку з боку входу струменя.

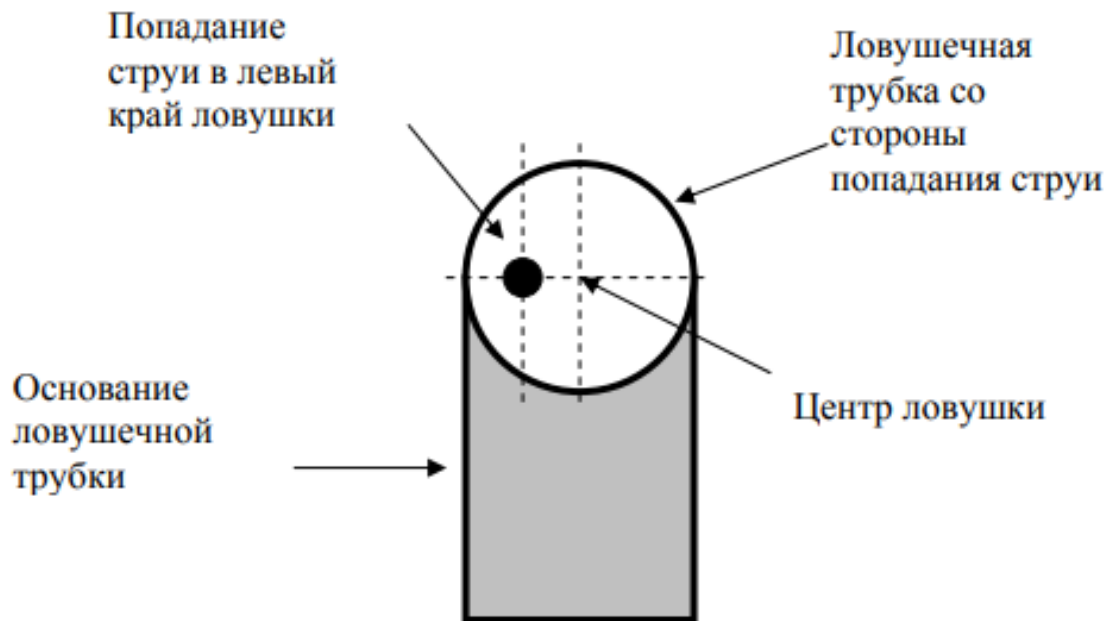


Рис 2.2 – Потрапляння струменя в пастку між центром і лівим краєм трубки (дивитися на пастку з боку входу струменя).

2.4 Опис гідросистеми

Гідросистема головний компонент будь-якої маркувальної системи для правильно проектування потрібно враховувати безліч факторів в'язкість, щільність, сила тертя, поперечний діаметр трубок.

Потрібно розрахувати параметр турбулентного потоку рідини, при аналізі переміщення рідини розрізняють два режими її руху: ламінарний, що характеризується шаруватою структурою потоку і параболічної формою, і турбулентний - пов'язаний з хаотичним нерегульованим рухом частинок рідини, при якому спостерігається деяке викривлення форми рідини, швидкостей спостерігається турбулентний режим руху. при досягненні числом Рейнольдса критичного значення $Re = 2320$ ламінарний режим переходить в турбулентний.

Для аналізу зміни характеристик турбулентного руху рідини від параметрів конфігурації гідросистеми, зміни фізичних властивостей рідини скористаємося відомими наближеними оцінками. З урахуванням допущення про значущість

тільки поздовжньої складової пульсації швидкості, ступінь ізотропної (однорідної) турбулентності представляють співвідношенням

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{3} \frac{(v_x'^2 + v_y'^2 + v_z'^2)}{v_x'^2}} = \frac{\sqrt{v_x'^2}}{v_x'^2} = 0.132 Re^{-0.125} \quad (2.10)$$

Де $v_x'^2$ $v_y'^2$ $v_z'^2$ - пульсації складові швидкості по трьох осях координат; v_x - швидкість на осі труби (тобто максимальна швидкість течії); $\sqrt{v_x'^2}$ - усереднена за часом амплітуда пульсацій в потоці.

Частота турбулентних пульсацій в круглій трубці пов'язана з параметрами усередненого руху і ступенем турбулентності залежністю

$$\omega_0 = \frac{1}{T_0} = 2.4 \cdot 10^{-4} \frac{v}{d^2} Re^{1.75} \quad (2.11)$$

де T_0 - період часу існування вузького шару, після закінчення якого період ламінарної течії змінюється інтенсивним руйнуванням вузького шару в результаті виникнення поблизу твердої поверхні турбулентних вихрів.

Втрати напору по довжині трубопроводу при турбулентному русі рідини мають вигляд

$$h_{дл} = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} \quad (2.12)$$

де λ - коефіцієнт гідравлічного тертя; l - довжина трубопроводу; g - прискорення вільного падіння. Коефіцієнт гідравлічного тертя λ пов'язаний з динамічною і середньою швидкістю турбулентного потоку співвідношенням

$$\frac{\lambda}{8} = \frac{(v)^2}{v^{-2}} \quad (2.13)$$

Де $(v)^2 = \omega_0 \frac{4\beta^2}{\pi} v$ - квадрат динамічної швидкості; $\beta = 11.4$ - коефіцієнт (без урахування жорсткості). Вираз для визначення дисипації енергії на одиницю довжини трубопроводу (гідравлічного ухилу)

$$i = \frac{\Delta p}{gpl} = 8\omega_0 \frac{4\beta^2 v}{\pi} \frac{1}{d} \frac{1}{2g} \quad (2.14)$$

де Δp - перепад тиску по довжині труби. Останній вираз може бути перетворено до виду

$$i = 1.44 \cdot 10^{10} \omega_0 \varepsilon^8 \frac{v}{2g} \quad (2.15)$$

У табл. 2.4.1 наведені результати розрахунку параметрів турбулентного потоку для труби діаметром $d = 6$ мм, довжиною $l = 10$ м при коефіцієнті кінематичної в'язкості $\nu = 1.002 \cdot 10^{-6}$ м²/с (20°C) і середньою швидкістю руху рідини, що змінюється в межах 0,5-3 м / с.

Таблиця 2.4.1 Розрахункові параметри турбулентного потоку рідини

Параметри	Число Re					
	$2.994 \cdot 10^5$	$5.988 \cdot 10^5$	$8.982 \cdot 10^5$	$1.198 \cdot 10^6$	$1.497 \cdot 10^6$	$1.796 \cdot 10^6$
ν , м/с	0.5	1	1.5	2	2.5	3
ε	0.027	0.025	0.024	0.023	0.022	0.022
ω_0	2.56	8.61	17.506	28.962	42.797	58.882
ν'_x	0.016	0.03	0.043	0.055	0.067	0.079
$10^{-3} i$	0.288	0.97	1.972	3.263	4.822	6.635
$h_{\text{дл}}$	0.029	0.097	0.197	0.326	0.482	0.663

Аналіз отриманих даних показав, що при заданій конфігурації трубопроводу і діапазоні швидкостей потоку 0,5-3 м / с частота турбулентних пульсацій змінюється від 2 до 59 Гц, а пульсації складова швидкості ν'_x - в межах 0,016 - 0,079 м/с. З виконаних розрахунків видно, що ступінь турбулентності зменшується з ростом швидкості потоку, при цьому турбулентні пульсації носять не явно виражений характер, і супроводжуються зміною механічної енергії рідини. Аналіз показав, що зменшення діаметра трубопроводу з 6 до 1 мм призводить до підвищення частоти турбулентних пульсацій до 92 Гц; при збільшенні температури рідини від 5 до 30 °C частота турбулентних пульсацій зростає до 70 Гц. [9] ст. 262.

Враховуючи розрахунки оптимальним діаметром трубок для гідросистеми буде 3-4 мм

Ця гідросистема була спроектована щоб система змогла працювати неперервно тривалий час, для цього було добавлено РК щоб позбутися робочого тиску у резервуарі з чорнилом та розчинником, це дозволить доливати рідини без потреби повної зупинки всієї системи та скидання тиску в ній. Також було враховано компактну друкуючу головку та віскозиметр які були запропоновані у цій дисертації.

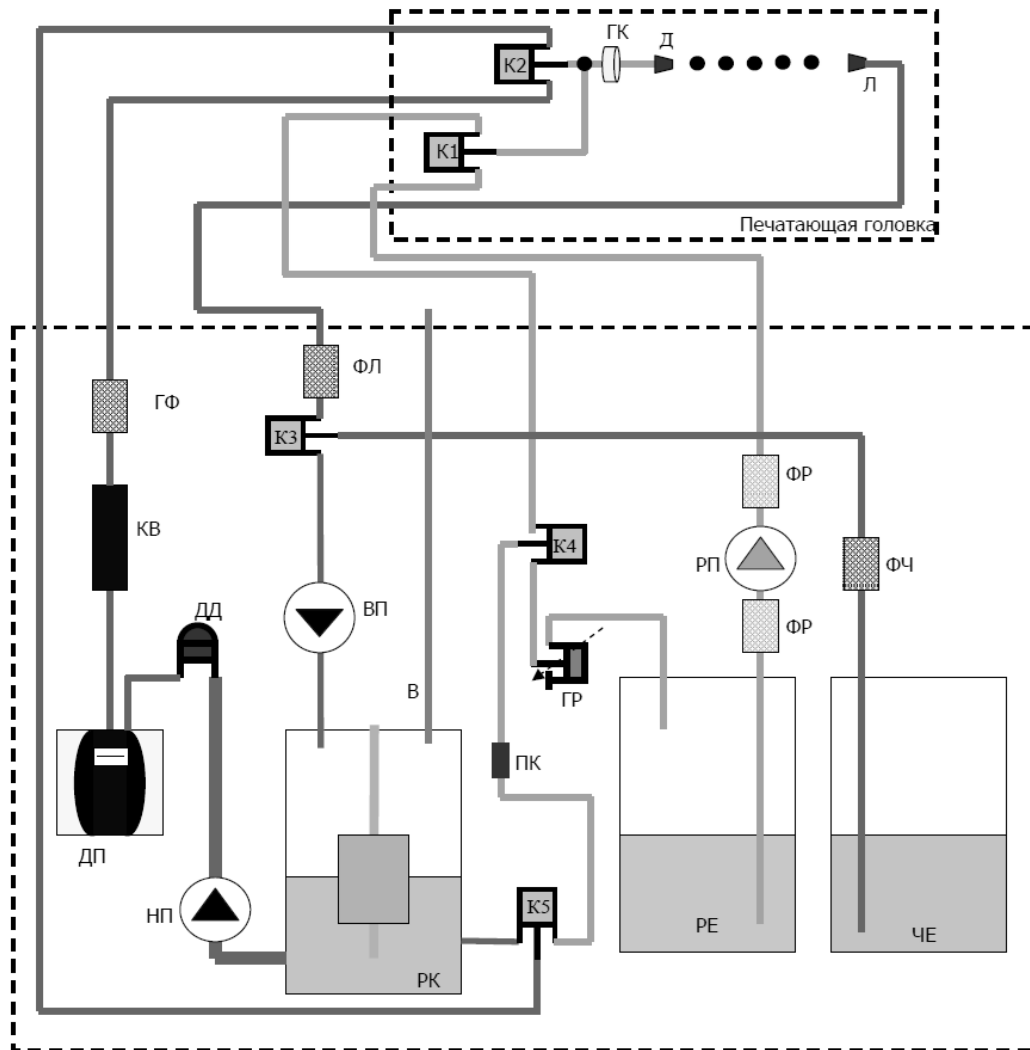


Рис 2.3 функціональна схема гідросистеми маркувального принтеру з пристроєм визначення в'язкості і двійним контуром генератора крапель.

На (рис. 2.3) показана функціональна схема гідросистеми. вона призначена для роботи на швидковисихаючих чорнилі. До її складу входить:

- головний нагнітальний контур: РК, НП, ДД, ДП, KB, GF, K2, GK, Д;
- контур повернення чорнила в основну чорнильну ємність: Л, FO, K3, ВП, РК;

- контур доливання розчинника: РЕ, ФР, РП, ФР, К1, К4, К5, РК;
- контур промивання соплового елемента і вакуумного контуру: РЕ, ФР, РП, ФР, К1.

Гідросистема складається з:

ГФ - головний фільтр;	К3 - клапан доливання чорнила;
ФЛ - фільтр пастки;	К4 - клапан доливання розчинника;
ФЧ - фільтр чорнила;	К5 - клапан стравлення чорнила
ФР - фільтр розчинника;	головного контуру;
ВП - вакуумна помпа;	ГР - гідро редуктор;
НП - нагнітаюча помпа;	ГК - генератор крапель;
РП – помпа для розчинника;	Д - дюза;
ДД - датчик тиску;	Л - пастка;
ДП - демпфер пульсацій;	ЧЕ - чорнильна ємність;
КВ - камера в'язкості;	РЕ – ємність для розчинника;
К1 - головний клапан подачі розчинника;	РК - робоча камера;
К2 - головний клапан подачі чорнила;	В - повітряна трубка;
	ПК - перепускний канал;

Після надходження команди запуску гідросистеми запускається нагнітаюча помпа НП. Створюється тиск в головному нагнітальному контурі. Датчик тиску ДД відстежує тиск в гідросистемі. В стандартному принтері робочий тиск налаштоване на 1,6 Атм. Після першого набору тиску, відкривається клапан К5 і тиск починає падати до 0,01 Атм. Система скидає тиск один раз для того, щоб замінити застоюні чорнило в контурі. Другий раз система набирає тиск і НП зупиняється. Як тільки надійде команда включення клапана струменя, спрацює клапан розчинника в друкуючої голівці К1 на 3 сек, а після нього включитися клапан подачі чорнила К2. За мірою падіння тиску в гідросистемі, НП буде включатися для підкачки необхідного тиску.

Підтримку тиску контролює датчик тиску. Оскільки в маркіраторі застосовуються швидко висихаючі чорнила, їх в'язкість згодом змінюється. Тому необхідно контролювати і підтримувати їх постійну в'язкість. Функцію визначення в'язкості виконує контур в'язкості. При необхідності чорнила розбавляються розчинником при включенні клапана К4. Під час вимикання гідросистеми, закривається клапан К2 і відкривається клапан подачі розчинника К1. Таким чином відбувається процес промивання пастки і всього вакуумного контуру розчинником. Після процесу промивання клапан К1 закривається і відкривається клапан стравлювання тиску К5. Після падіння тиску в головному чорнильному контурі вакуумна помпа зупиняється. Залишковий тиск в системі залишається на рівні 0,01 Атм. Зовнішній вигляд гідросистеми показаний на (рис.2.3) всі вузли і деталі вказані на малюнках. [8] ст. 184-196; [11] ст. 12-20.

2.5 Збільшення компактності генератора.

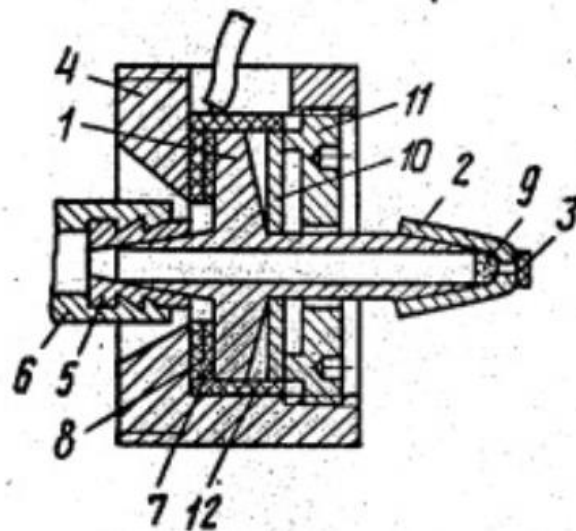


Рис 2.4 Генератор крапель

Генератор крапель (Рис 2.4), в якому можна реалізувати запропоновану систему, включає:

1. форсунку
2. змінний соплової елемент з соплом у вигляді часового каменю
3. корпус

4. штуцер
5. трубопровід з'єднаний з насосом постійного тиску,
6. діелектричні шайби які знаходяться між електродом та корпус

Спосіб включає операції подачі робочої рідини в форсунку, напруги синхронізації до вібратора і введення, форсунки в резонанс. При цьому вибір робочих частот для провідних рідин проводиться поблизу максимальної частоти краплеутворення, для слабопровідних фарб, поблизу найменшої частоти краплеутворення. для рідин обох типів однаковим чином вибирають діаметр сопла і зменшують відстань від сопла до точки краплеутворення підвищенням напруги синхронізації і стисненням п'єзокерамічного вібратора.

Сукупність введених операцій підвищують компактність, економічність і якість краплеутворення, та дозволяє економити чорнило. Корпус з генератором синусоїдального напруги синхронізації краплеутворення розміщений в безпосередній близькості від сопла. Затиск п'єзокерамічних елементів, електрода, форсунки здійснюється за допомогою мембранної пружини і регулювальної гайки. Втулка виконує функції ізолятора.

Генератор крапель (Рис 2.4) працює в такий спосіб. По трубопроводу (6) під постійним тиском подається робоча рідина, яка витікає через сопла (3) в вигляді ламінарної суцільного струменя. При цьому рідина в околиці сопла відчуває модуляцію тиску і струмінь набуває пульсацію швидкості витікання. З'являються перетяжки в струмені нарастають експоненціально і призводять до дроблення струменя на регулярний потік крапель. Краплі в подальшому можуть бути заряджені і відхилені для матричного друку, маркування.

2.6 Блок живлення з відхиляючим джерелом напруги

Так як маркіратор є автономним, для збільшення компактності системи потрібно використовувати одноплатний імпульсний блок живлення з високовольтним джерелом напруги, що відхиляється. Імпульсний блок живлення забезпечує високий к.п.д. при малій масі і габаритах. Живлення

маркиратора здійснюється від мережі змінного (110 ... 260 вольт) або постійного струму напругою (110/220 вольт).

Блок живлення повинен мати наступні вихідні напруги:

- +5 при струмі до 2 А **;
- + 7В * при струмі до 0,2 А **;
- +12 при струмі до 0,2 А;
- +24 В при струмі до 1А (живлення клапанів і насоса);
- + 60В при струмі до 0,08 А (живлення генератора крапель);
- + 250В при струмі до 0,03 А (живлення схеми заряду);
- -8В при струмі до 0,2 А;
- +5 при струмі до 1 А ** (живлення зовнішніх датчиків синхронізації);
- +12 при струмі до 0,25 А (живлення зовнішніх датчиків синхронізації);
- +24 В при струмі до 0,25 А (живлення зовнішніх датчиків синхронізації);
- $\pm 3000\text{В}$ * (живлення відхиляють електродів).

* - можливість регулювання напруги;

** - потрібен захист від коротких замикань.

Джерело напруги $\pm 3000\text{В}$ для живлення відхиляючих електродів включає:

- регульоване імпульсне джерело живлення блоку високовольтного перетворювача;
- схему управління на одно кристальному мікроконтролері;
- високовольтний трансформатор;
- біполярний подвоювач напруги з вбудованими обмежувальним і розрядними резисторами.

Мікроконтролер забезпечує:

- включення / вимикання високовольтного перетворювача в відповідно до керуючого сигналами від контролера системи друку;
- контроль вихідної напруги перетворювача і формування сигналів стану високовольтного перетворювача.

2.6 Висновок розділу

В даному розділі розглянуто основні вузли маркувального обладнання обраного метода за призначенням, принципом дії, конструктивним особливостям, та запропоновані технічні рішення для збільшення надійності та продуктивності.

Область застосування – це нанесення буквено-цифрової і графічної інформації на маркувальні поверхні при відносному переміщенні об'єкта. Система призначена для роботи в промислових умовах різного призначення.

Основними компонентами системи є віскозиметр (пристрій для вимірювання в'язкості фарби), та гідросистема

При вимірюванні в'язкості був обраний метод падаючої кульки який дає можливість вимірювати відношення в'язкості між різними рідинами. Головним плюсом є незначні розміри та висока швидкість виміру, а використання сучасної мікроелектроніки дозволяє отримати високу закономірність вимірювання.

Щоб позбутися проблеми дроблення струменя фарби було запропоновано схему розташування генератора крапель на друкуючій головці, це дає змогу використовувати низьку частоту для дроблення струменя та збільшує ресурс самого генератора, також невелика відстань від соплового елемента до відхиляючих електродів збільшує точність розпилення крапель, що дає змогу збільшити частоту на відхиляючих електродах для збільшення швидкості друку.

Потрібно зробити аналіз роботи відхиляючих електродів на високій частоті, отримати частотну характеристику генератора крапель при роботі на різних параметрах тиску та частоти щоб отримати залежність відстані між соплом та точкою дроблення, визначити залежність тривалості сигналу при розширенні каналу керування.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ЗАПРОПОНОВАНИХ КОМПОНЕНТІВ.

3.1 Встановлення довжини друку марки регулюванням числа пустих крапель між колонками.

При використанні сучасного мікропроцесора в обчисленні роботи генератора крапель та відхиляючих електродів можливо збільшити простір друку марки або інформації за допомогою введення пустих крапель.

Для того щоб збільшити розмір друкованого символу, є можливість установки параметра [V], який дозволяє плавно зменшити швидкість друку і, відповідно, отримати необхідну довжину марки.

Розрахунку параметрів друку для заданої довжини марки

Початкові дані:

N_m - темп друку (число марок у одиницю часу): = 12000 1/год.

$N_{стр}$ - кількість рядків друку (значення параметра [S]: 1 ... 4) = 2

N_k - число колонок друку (залежить від шрифту) = 80

L - крок проходження об'єктів для маркування = 10 см

$L_{п}$ - довжина друку = 3 см

Поточні параметри маркиратора:

F_k - частота краплеутворення (значення параметра [F]) = 44 кГц

N_3 - число захисних крапель (значення параметра [Q]: 1 ... 9) = 1

Результати (значення параметрів системи друку):

$N_{зк}$ - число захисних крапель (значення параметра [Q]: 1 ... 9),

$K_{п}$ - кількість порожніх крапель між колонками марки (значення параметра [V]).

ПОРЯДОК РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ

1. Темп друку:

$$T_M = 12000/3600 = 3,33 \text{ марки / сек.} \quad (3.1)$$

3. Час друку марки:

$$T_{\Pi} = L_{\Pi} / (T_M * L) = 3 / (10 * 3,33) = 90 \text{ мс.} \quad (3.2)$$

4. Кількість точок в марці:

$$N_T = (N_{\text{стр}} * 8) * N_K * (1 + N_3) = 2 * 8 * 80 * 2 = 2560 \text{ точок.} \quad (3.3)$$

5. Час друку однієї краплі:

$$T_K = T / N_T = 90000/2560 = 35,156 \text{ мкс.} \quad (3.4)$$

6. Розрахункова частота краплеутворення:

$$F_{\Pi} = 1000 / 35,156 = 28,444 \text{ кГц.} \quad (3.5)$$

6. Коефіцієнт уповільнення швидкості:

$$K_K = F_K / F_{\Pi} = 44 / 28,444 = 1,547. \quad (3.6)$$

7. Якщо коефіцієнт уповільнення швидкості менше 2, то для отримання необхідного уповільнення друку можна використовувати тільки введення порожніх крапель між колонками крапель:

$$V = N_T * (K_3 - 1) / N_K = 2560 * 0,547 / 80 = 17,5. \quad (3.7)$$

9. Отримане значення, округлене в більшу або меншу сторону, ввести як значення параметра [V].

Максимальна похибка установки довжини друку визначається

виразом співвідношенням виразів $(N_{стр} * 8 + N_k * (1 + N_3))$ для

обчисленого та округленого значень порожніх крапель і дорівнює:

$$(17 + 16 * 2) / (17,5 + 16 * 2) = 49 / 49,5 = 0,9898 (\sim 1\%). \quad (3.8)$$

3.2 Частотна характеристика генератора крапель

Після зменшення генератора крапель потрібно дослідити його роботу на різних параметрах тиску та частоти щоб отримати оптимальні данні для налаштування роботи системи.

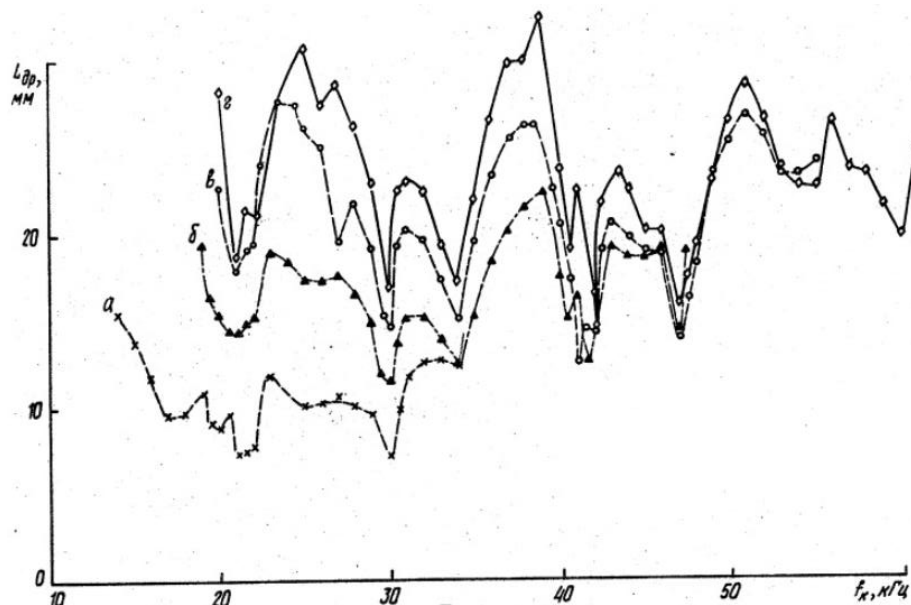


Рис 3.1 Частотна характеристика генератора крапель

На (Рис 3.1) приведені експериментально зняті частотні характеристики до генератора крапель (Рис 2.4) (залежність від відстані L_p між соплом і точкою дроблення струменя на краплі від частоти f_k) при наступних параметрах генератора крапель: діаметр сопла 97 мкм, дві п'єзокерамічні шайби товщиною 1 мм із зовнішнім діаметром 12 мм і внутрішнім діаметром 6 мм, напруга синхронізації 6 В. Крива а: $p = 0,3$ МПа;

б: $p = 0,24 \text{ МПа}$;

в: $p = 0,17 \text{ МПа}$;

г: $p = 0,08 \text{ МПа}$.

Частотні діапазони кожної кривої охоплюють всю область стійкого краплеутворення при відповідному режимі. Як видно, наприклад, при тиску 0,3 МПа генератор має сім резонансів різної ефективності краплеутворення.

використанні слабо електропровідних рідин (нітрофарби тощо.),

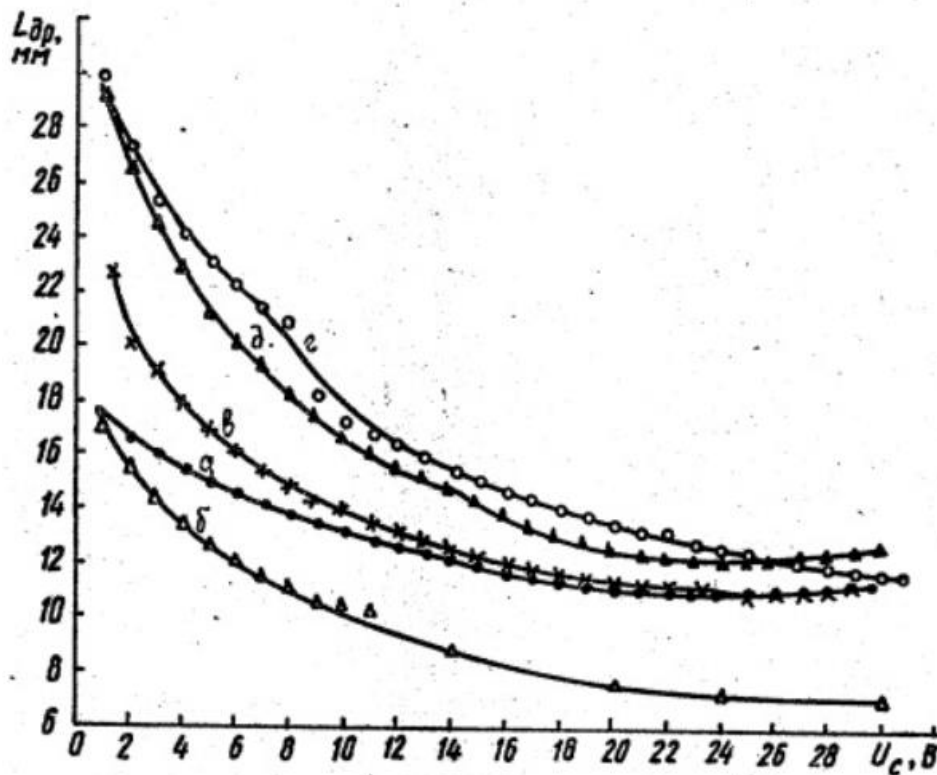


Рис 3.2 Залежність відстані між соплом і точкою дроблення.

Найбільш ефективний резонанс (з мінімальним відстанню до точки дроблення) спостерігається на частоті 47 кГц. Однак, як видно з характеристик, найближчу точку 25 дроблення можна отримати на частоті 30 або 21 кГц, зменшивши при цьому тиск до 0,08 МПа. Високочастотний резонанс раціонально застосувати при роботі на електропровідних рідинах (водні чорнило), а низькочастотний "при

На (Рис 3.2) показані експериментально зняті залежності відстані $L_{др}$ між соплом і точкою дроблення струменя на краплі від синусоїдальної напруги синхронізації U_C , при цьому крива :

а) $P = 0.1 \text{ МПа}$, $f_k = 28.4 \text{ кГц}$;

б) $P = 0.2 \text{ МПа}$, $f_k = 29.4 \text{ кГц}$;

в) $P = 0.3 \text{ МПа}$, $f_k = 29.4 \text{ кГц}$;

д) $P = 0.49 \text{ МПа}$, $f_k = 34.5 \text{ кГц}$.

Ефективність дроблення струменя в залежності від величини напруги спочатку круто зростає, а потім практично настає насичення.

Аналогічний характер має залежність відстані $L_{др}$ до точки дроблення від зусилля затиску $F_{сж}$ (Рис 3.3)

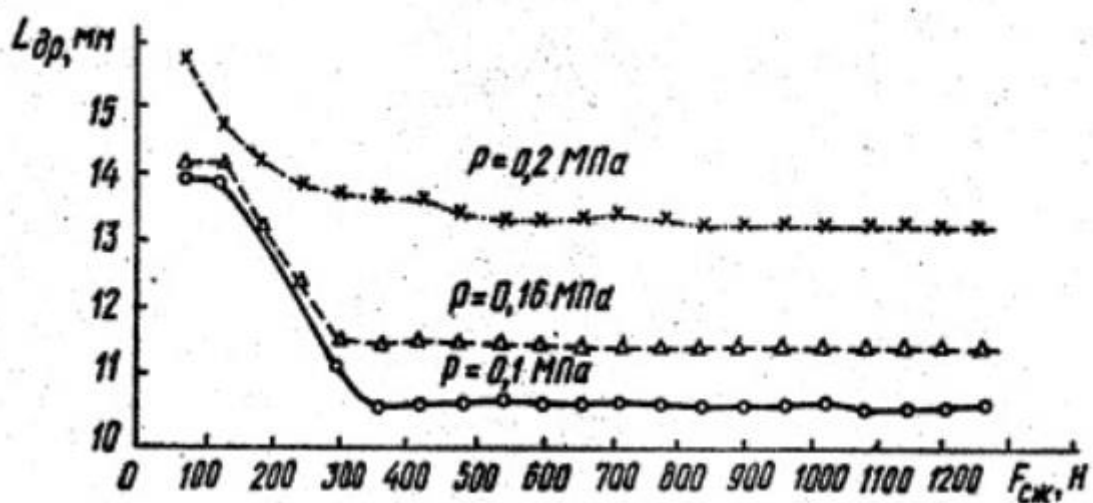


Рис 3.3 Залежність точки дроблення від зусилля затиску.

Налаштування генератора крапель здійснюють відповідно до запропонованим способом наступним чином.

В генератор крапель подають робочу рідину під постійним тиском з робочого діапазону з утворенням струменя на виході сопла.

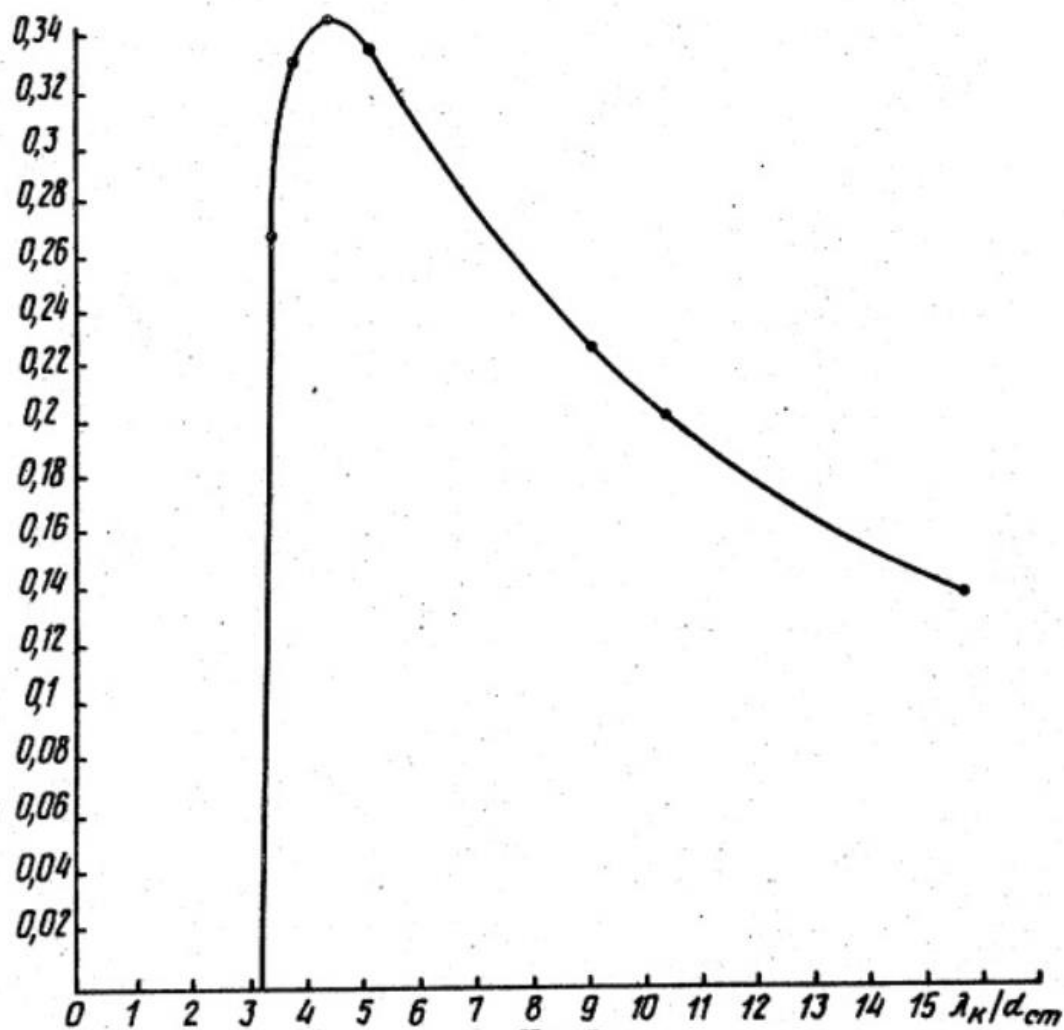


Рис 3.4 Залежність нестійкості струменя від відношення каплеутворення.

(Рис 3.4) ілюструє залежність критерію нестійкості струменя (чутливості і дроблення) J від відношення довжини хвилі каплеутворення λ_k до діаметру струменя $d_{ст}$ (сопла).

Для синхронізації дроблення струменя на краплі (примусового дроблення) підключають до п'єзокерамічним вібратора синусоїдальну напругу.

Далі йде пошук резонансних робочих частот генератора коливань. Як показали експерименти, при роботі на таких частотах забезпечується якісне стабільне каплеутворення, сталість параметрів, бессателітний режим або режим швидких сателітів. На таких резонансах точка дроблення різко наближається до сопла (Рис 3.4). Для добре провідних рідин (води, водних розчинів, питомий об'ємний опір яких порядку 10^3 Ом.см) вибирають

високочастотний резонанс (самий правий, верхній), який має місце при високому тиску.

Для слабо провідних рідин, наприклад нітрокрасок, органічних розчинників, що мають питомий об'ємний опір порядку $100 \cdot 10^3$ Ом.см, вибирають лівий, нижній (Рис 3.4) резонанс при низькому тиску. [14] ст. 360.

Вибрані резонансні частоти знаходяться поблизу кордонів робочих діапазонів частот. Однак є можливість, зменшуючи тиск, наблизити "правий" кордон робочого частотного діапазону до вибраного для добре провідних рідин "правому верхньому" резонансу. Зниження тиску в цьому випадку вигідно, так як наближає точку дроблення струменя до сопла. Для слабо провідних рідин за рахунок зниження тиску слід видалити на 10 – 20 % кордон нестійкого краплеутворення від обраного в цьому випадку "нижнього лівого" резонансу".

Потім вибирають діаметр сопла зі співвідношення:

$$d_c = \frac{v_{ст}}{4.51} f_k \quad (3.9)$$

де $v_{ст}$ - швидкість струменя; f_k - резонансна частота краплеутворення. Це призводить до додаткового підвищення якості та ефективності краплеутворення і друку.

Далі проводять стиснення елементів генератора коливань мембранної пружиною і регулювальної гайкою. Це покращує електричний і акустичний контакти і підвищує якість і ефективність краплеутворення.

Потім підвищують амплітуду напруги синхронізації. Точка дроблення починає наближатися до сопла, а потім практично настає насичення, і збільшення амплітуди напруги синхронізації припиняють.

3.3 Аналіз хвиль стискання каналу дроблення струменя

Відповідні тривалості періоду сигналу на стиск каналу і періоду сигналу на розширення каналу можуть бути визначені методом проб і помилок: починаючи з обговорення типу форми сигналу, що має періоди розширення і стиснення

рівної тривалості і забезпечує роботу каналів, що належать до однієї і тієї ж групи, без перехресних перешкод, що залежать від схеми друкування. При цьому тривалість кожного з цих періодів, але особливо тривалість періоду подачі сигналу на стиск каналу змінюють доти, поки неможливо буде виміряти ніякої значної зміни в швидкості між краплями, що викидаються з груп каналів.

Кінець періоду подачі сигналу на стиск каналу, при якому стінки каналу відсуваються в незміщене положення, корисно узгодити по часу таким чином, щоб в кожному з каналів, що поділяють бічну стінку з включеним каналом, виникав імпульс стиснення, який придушував би будь-які хвилі стиснення, що залишаються в цих каналів.

Такі хвилі стиснення будуть утворюватися рухом стінок каналу на більш ранніх моментах подачі керуючого сигналу. З іншого боку, маючи емпірично певну узгодженість за часом кінцевої межі сигналу на розширенні каналу, необхідну для запобігання перехресних перешкод, що залежать від схеми друкування, можна розрахувати необхідну узгодженість за часом кінцевої межі сигналу на стиск каналу: вважається, що для простої форми сигналу типу, показаного на (Рис 3.5)

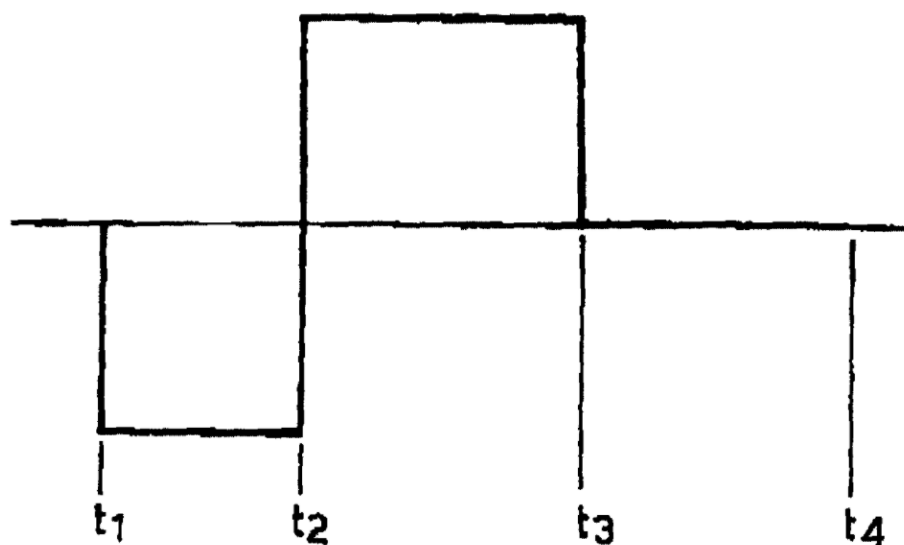


Рис 3.5 Узгодженість за часом кінцевої межі сигналу

умова, завдяки якому в каналі не залишається ніяких хвиль стиснення, може бути виражена як:

$$p < t_1 > \cdot e^{-c < t_3 - t_1 >} \cdot \cos \Omega < t_3 - t_1 > + P < t_2 > \cdot e^{-c < t_3 - t_2 >} \cdot \cos \Omega < t_3 - t_2 > + P < t_3 > = 0 \quad (3.10)$$

де $P(t_1)$, $P(t_3)$ - імпульси стиснення, створювані в моменти часу t_1 , t_2 , t_3 відповідними стадіями в керуючому сигналі, Ω - відповідно коефіцієнт ослаблення і власна частота хвиль стиснення в каналі.

Якщо, як показано на (Рис 3.6), величини компонентів розширення і стиснення в керуючому сигналі рівні, то зміни стадій в керуючому сигналі і відповідні імпульси стиснення можуть бути нормалізовані до 1, -2 і 1, а вищевказане рівняння може бути приведене до

$$e^{-c < t_3 - t_1 >} \cdot \cos \Omega < t_3 - t_1 > - 2e^{-c < t_3 - t_2 >} \cdot \cos \Omega < t_3 - t_2 > + z = 0 \quad (3.11)$$

Величини для друкуючої головки можна визначити, застосовуючи лінійне гармонійне рівняння в формі $A - B \cdot \cos(\Omega \cdot T) \cdot e^{-cT}$ до залежності $U - T$ типу, показаного на :

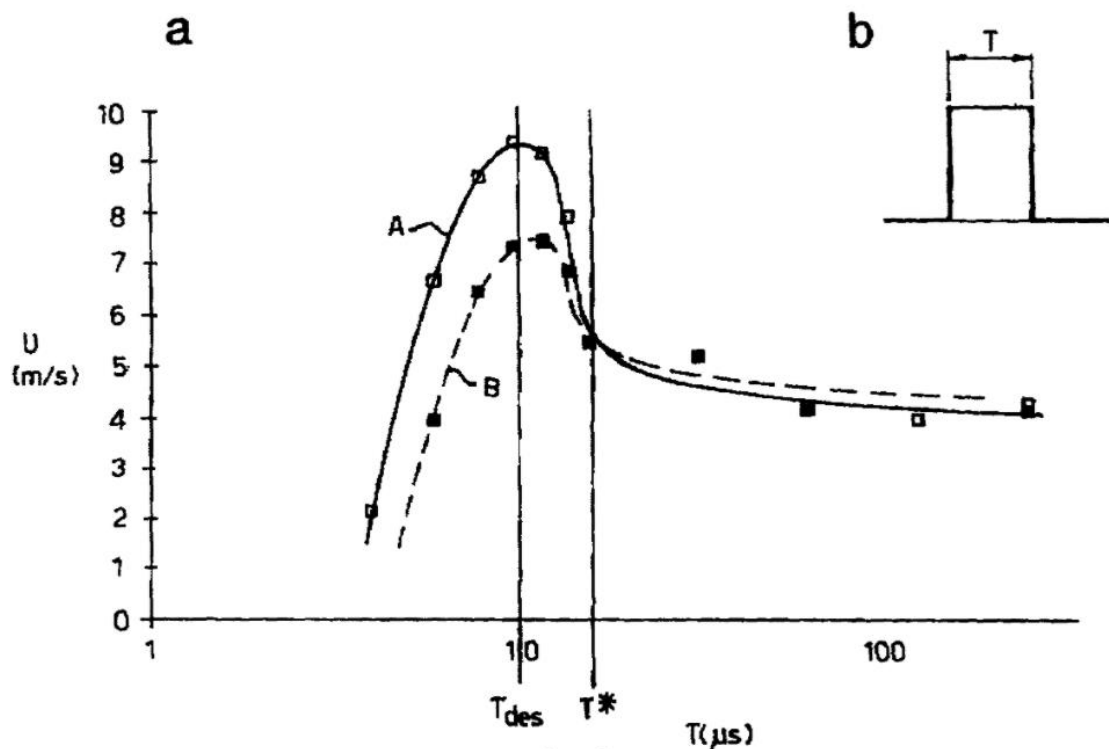


Рис 3.6 Визначення тривалості сигналу на розширення каналу

(певні величини будуть дещо відрізнятися в залежності від того, застосовано чи рівняння до схеми з "включенням єдиного каналу" або до схеми "включення одного з трьох каналів"), в той час як t_1 і t_2 будуть визначатися тривалістю сигналу на розширення каналу, необхідної для роботи без перехресних перешкод, що залежать від схеми друкування. Тому можна вирішити вищенаведене рівняння для отримання величини для t_3 як встановлено, такі розрахункові величини узгоджуються з експериментально визначеними величинами в межах 10%.

Після кінцевої межі сигналу на стиск сигналу аналогічної форми може бути відразу ж поданий до каналів, що належить до іншої групи, для їх включення. З іншого боку, як показано на (Рис 3.6), в форму сигналу може бути введений період спокою перед подачею сигналу в наступну групу каналів в момент часу t_4 . Як встановлено, корисно робити тривалість періоду спокою ($t_4 - t_3$) більше, ніж L / c , щоб забезпечити повне придушення хвилі стиснення.

Крім того, тривалість періоду спокою може бути обрана таким чином, щоб отримуваний частота викидання крапель мала величину, сумісну зі швидкістю подачі даних для друкування. З іншого боку, задавши бажану частоту викидання крапель, можна відрегулювати характеристики голівки (зокрема, активну довжину) і тривалість періоду спокою для узгодження з цією частотою.

Наприклад, в друкуючій голівці яка має величину $T_{des} = 12$ тис., Її робота без перехресних перешкод, що залежать від схеми друкування, з каналами, розташованими в групах по три, була досягнута при використанні однорівневої форми сигналів (з сигналами на розширення і стиснення рівної величини), має

$$(t_2 - t_1) = 1.55 T_{des},$$

$$(t_3 - t_2) = 1.8 T_{des}$$

$(t_4 - t_3) = 1.65 T_{des}$ і при формі сигналів, що має загальну тривалість $5 T_{des}$ (хоча загальна тривалість необов'язково має дорівнювати цілому числу, кратному L / c), що відповідає частоті викидання крапель, що дорівнює 5.6 кГц.

3.4 Аналіз роботи відхиляючих електродів на високій частоті

Сучасні технології мікропроцесорів дають змогу значно збільшити частоту дроблення а також швидкість обробки сигналів відхилення капель для збільшення продуктивності роботи системи

Після збільшення продуктивності роботи системи потрібно провести аналіз експлуатації на високих частотах керування відхиленням крапель.

На відміну від "теплових" друкуючих головок, в яких кожен чорнильний канал забезпечений нагрівачем, що приводиться в дію для утворення бульбашки пару, який виштовхує чорнило з каналу через пов'язане з ним сопло, для друкуючих головок з "змінним обсягом дозування камери", таких як описано вище, відсутня необхідність нагрівання чорнила в каналі.

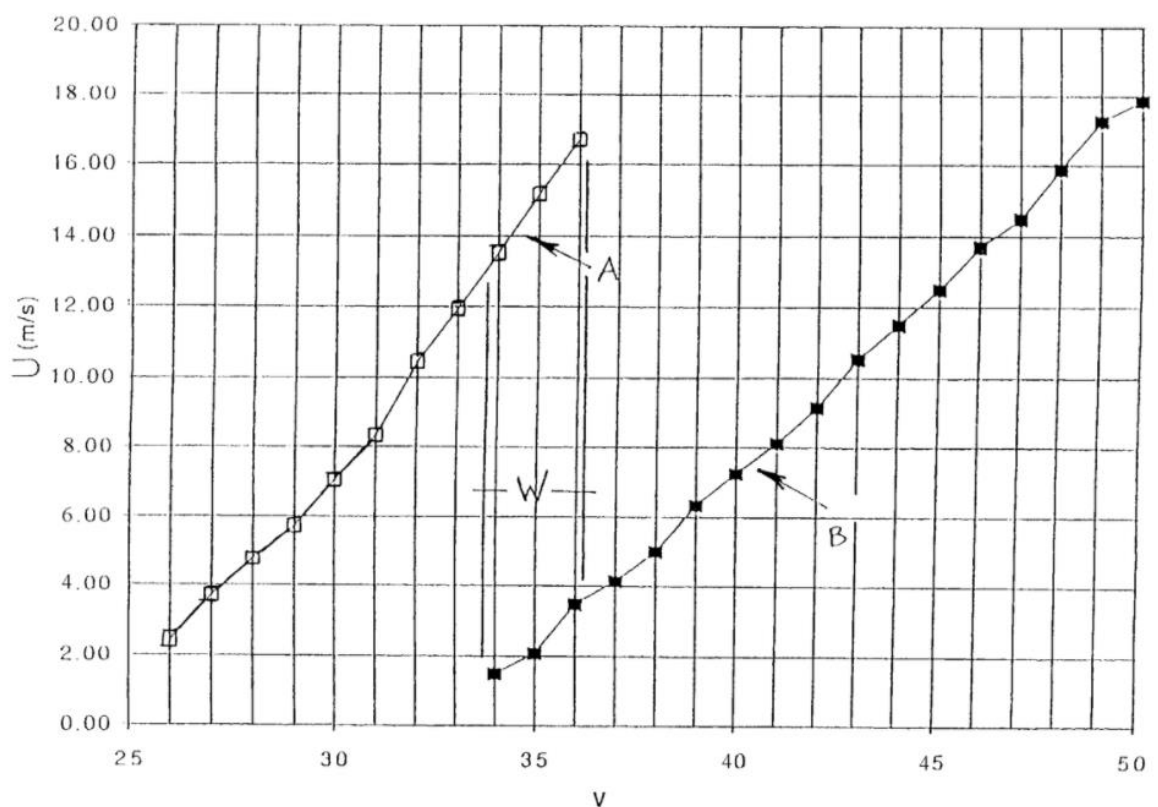


Рис 3.7 Залежність швидкості викиду капель від амплітуди електричного сигналу

Однак, було виявлено, що в камерах голівки відбуватися нагрівання чорнила, особливо, коли вона експлуатується на високій частоті.

На (Рис 3.7) зображений графік залежності швидкості U викиду краплі від амплітуди V електричного сигналу, що прикладається до відхиляючих електродів в друкуючій голівці. Графік **A** відповідає частоті викиду крапель (по одній краплі) за кожен період викиду краплі, причому тривалість кожного періоду викиду краплі становить 0,25 мс, в той час як графік **B** відповідає частоті викиду краплі (по одній краплі) за кожні 66 періодів викиду крапель.

Слід зазначити, що для заданої амплітуди V електричного сигналу, значно більш швидкі краплі будуть викидатися друкуючої голівкою при роботі на більш високій частоті викиду, ніж при більш низькій частоті викиду. Таке збільшення швидкості пов'язано зі зменшенням втрат за рахунок в'язкості під час процесу викиду краплі через зменшення в'язкості чорнила. Це, в свою чергу, є результатом збільшення температури чорнила між двома режимами роботи **A** і **B**, викликаного нагріванням чорнила в каналі, яке відбувається приблизно через роботу друкуючої голівки.

Буде оцінено, що швидкість викиду краплі необхідно враховувати при синхронізації викиду краплі з друкуючої голівки з переміщенням підкладки щодо друкуючої голівки, і що будь-яка зміна швидкості буде проявлятися в помилках розташування краплі при кінцевому друку. Наприклад, допуск розміщення краплі часто визначається як одна чверть кроку краплі. Таким чином, для щільності матричної друку 360 точок на дюйм (141 точки / см), допуск розміщення крапель буде $\Delta X = 18$ мкм. Залежність зміни швидкості викиду краплі U з допуском розміщення точки виражається формулою:

$$\Delta U = U_d^2 \frac{\Delta X}{h U_h} \quad (3.12)$$

де h - довжина траєкторії прольоту (зазвичай 1.0 мм), U_h - швидкість пересування голівки щодо підкладки друку (зазвичай 0.7 м / с) і U_d - середня швидкість викиду краплі.

Для середніх швидкостей викиду краплі 5.10 і 15 м/с, максимальне прийнятне зміна швидкості викиду краплі становить 0.65, 2.6 і 5.8 м/с, відповідно. Таким чином є значно більше допустиме відхилення швидкості краплі, коли середня швидкість викиду краплі має значення більше 5 м / с.

З іншого боку, існує максимальна швидкість викиду краплі ("порогова швидкість") U_{thr} , яка відповідає початку капілярної нестабільності. Для принтерів із змінним обсягом дозування, визначено, що U_{thr} повинна зазвичай знаходитися в діапазоні 12-15 м / с, коли підтримується безперервний викид краплі з високою частотою, хоча більш високі швидкості викиду краплі можна отримати під час коротких викидів з утворенням краплі.

Буде також оцінено, що частота, на якій починає функціонувати камера в друкуючій голівці, буде залежати від вхідних даних викиду краплі (які будуть визначатися за допомогою зображення, яке повинно бути надруковано, і які зазвичай змінюються від високих значень до низьких). Таким чином, в друкуючій голівці, яка має камеру, що працює відповідно до (Рис 3.7) і при заданій амплітуді (наприклад, 35) електричного сигналу V , вхідні дані викиду краплі, що дозволяють камері проводити частий викид краплі (графік **A**), в результаті приведуть до швидкості краплі 15 м / с, в той час як послідовні вхідні дані можуть тільки дозволити камері провести викид краплі з більш низькою частотою (графік **B**) і, отже, при набагато нижчій швидкості 2 м / с. Така велика відповідає збільшенню на 500%, зміна швидкості викиду безсумнівно приведе до погіршень розміщення крапель і до зменшення якості надрукованого зображення. Така помилка може відбуватися в багатокамерною друкуючій голівці. Ступінь відмінності між двома цими умовами збільшується за рахунок в'язкості чорнила, а також робочої частоти, роблячи управління цим ефектом особливо важливим в високошвидкісних принтерах.

З (Рис 3.7) також видно, що існує тільки вузький діапазон величини V сигналу збудження, позначеного W , в межах якого можна гарантувати викид крапель як при високій, так і при низькій частотах. Це, в свою чергу, сильно обмежує робочу гнучкість друкуючої головки.

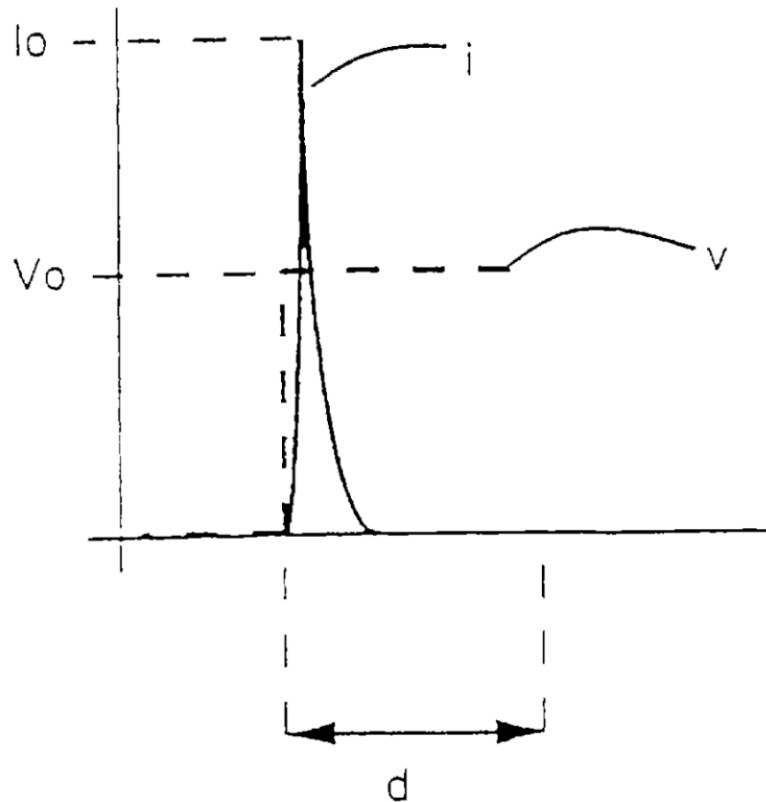


Рис 3.8 Сигнал збудження п'єзоелектричного привода

Коли п'єзоелектричний привід в друкуючій головці збуджують сигналом, наприклад, із ступінчастим зміною різниці потенціалів, як позначено пунктирною лінією V_0 на (Рис 3.8), струм буде протікати в схемі, пов'язаній з приводом, з загасанням по експоненціальним законом (лінія I_0 на Рис 3.8) з початковою амплітудою I_0 наведеного струму, яка пропорційна амплітуді V_0 напруги із ступінчастим зміною і зі зменшенням частоти повторення, яка визначається постійною часу RC схеми. Розсіяна енергія буде пропорційна інтегралу від площі протікає струму, яка дорівнює омичним втратам $0.5 (CV_0^2)$, що виникають в резистивних елементах схеми. Крім того, утворюються втрати на гістерезис $0.25\pi (CV_0^2)\text{tg}^\delta$ за зміну кроку, де tg^δ приймає значення, відповідне електричному полю в п'єзоелектричній стінці. Отже, подвоєння V_0 призведе до збільшення в чотири рази області під кривою i , яке відповідає збільшенню в чотири рази розсіяною енергії, і якщо, наприклад, амплітуда напруги із ступінчастим зміною форми сигналу збудження без викиду краплі буде дорівнює половині амплітуди напруги еквівалентного сигналу збудження з викидом краплі, то раніше розсіяна енергія складе одну четверту від амплітуди напруги останнього сигналу.

Отже, потрібно чотири сходинки в формі сигналу збудження без викиду краплі для того, щоб досягти тієї ж самої розсіяною енергії як для сигналу збудження без викиду краплі.

На практиці, потрібно менша кількість енергії, тому що певна кількість теплоти відводиться з каналу за допомогою викинутої краплі при активізації каналу, в той час як такі втрати не виникають під час імпульсів без викиду. У приводах описаного вище типу було визначено, що понад половини (приблизно 60%) теплових втрат каналу відбувається шляхом теплопровідності через тіло друкуючої головки і решта (приблизно 40%) виводиться за допомогою викиду крапель. Таким чином, в каналі без викиду, електричний сигнал повинен тільки генерувати втрати на гістерезис, достатні для того, щоб збалансувати енергію, яка відводиться через тіло друкуючої головки.

3.5 Висновок розділу

В даному розділі було розглянуто основні закони системи, за допомогою яких виконується процес друку, їхні позитивні і негативні сторони. Проаналізовані що система дозволяє збільшити довжину друку символів після розрахунку та введення пустих крапель.

Зроблено висновок що після зменшення генератора крапель його керування є ефективнішим на низьких частотах та контроль крапле утворення збільшується за рахунок регулювання відстані між соплом та точкою дроблення струменя.

Дослідження роботи відхиляючих електродів на високій частоті показало що в камері друкуючої головки відбувається нагрівання чорнила. У друкуючих головках такого типу було визначено, що понад половини (приблизно 60%) теплових втрат каналу відбувається шляхом теплопровідності через тіло друкуючої головки і решта (приблизно 40%) виводиться за допомогою викиду крапель. Таким чином, в каналі без викиду, електричний сигнал повинен тільки генерувати втрати на гістерезис, достатні для того, щоб збалансувати енергію.

РОЗДІЛ 4.

РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ “ІНФОРМАЦІЙНО ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ НАНЕСЕННЯ БУКВЕННО ЦИФРОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ”

4.1 Опис ідеї проекту

В період розвитку промислових технологій, коли все більше місце займають пристрої на базі малих та великих обчислювальних систем, що забезпечують автоматизацію виробничих процесів з дотриманням технології виробництва.

Сучасний ринок таких систем представлено великим різноманіттям, що різняться обсягом можливих задач, можливостями по адаптації під виконання конкретних задач, наявністю інфраструктури по обслуговуванню та ремонту.

Враховуючи той факт, що існує дуже велика кількість пристроїв різної складності, що потребують того чи іншого приладу для автоматизації виробничого процесу, виникає питання задоволення всіх цих потреб.

Одним із методів вирішення цієї проблеми це створення систем з універсальними можливостями налаштування під конкретні потреби. Але така універсальність призводить до зростання собівартості цих систем. Окрім цього значна частина можливостей, після налаштування для виконання конкретних задач залишиться надлишковою та не буде використовуватись, що не є раціональним.

В розділ опису проекту входять:

- зміст запропонованої ідеї;
- можливі напрямки застосування;
- основні вигоди, що може отримати кінцевий користувач;
- відмінність від аналогів

Перші три пункти оформлені в вигляді таблиці для зручнішого уявлення про ідею.

Таблиця 4.1 Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Основа ідея даного проекту – це створення системи автоматизації виробничих процесів.	Створення позначень для ідентифікації продукту у виробничій лінії	Гнучка система пристосування до потреб виробництва
		Зручний у використанні, його легко налаштувати
	Нанесення споживчої інформації на продукт (час та дата, номер партії)	Має високу продуктивність
		Підходить практично для будь-яких поверхонь і матеріалів

Пункт «відмінність від аналогів» передбачає розгляд сильних та слабких сторін товару, його характеристик та властивостей для формування його конкурентоспроможності.

Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї товару представлено у вигляді таблиці 2 та передбачає:

- визначення переліку техніко-економічних властивостей та характеристик товару;
- визначення попереднього кола конкурентів або товарів-аналогів, що вже існують на ринку;
- порівняльний аналіз показників: для власної ідеї визначаються показники, що мають а) гірші значення (W, слабкі); б) аналогічні (N, нейтральні) значення; в) кращі значення (S, сильні).

Таблиця 4.2 Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

Техніко- економічні характеристики ідеї	товари\концепції конкурентів			W (слабка сторона)	N(нейтральна сторона)	S(сильна сторона)
	Каплеструйний маркіратор	Преси тиснення	Лазерний маркіратор			
Універсальність	Великий перелік задач, що можуть	Розробка матриці під кожен марку	Потрібен індивідуальний підхід для кожної задачі			+

	виконуватись					
Якість маркування	Висока	Низька	Висока			+
Екологічність	Екологічний та безпечний	Екологічний, використовується високі температура	Екологічний, небезпечний висока напруга, небезпечно для зору		+	
Собівартість	Низька	Середня	Висока			+
Вага	Середня	Значна	Значна		+	

4.2 Технологічний аудит проекту

В межах даного підрозділу проводиться аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати технології створення товару. Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових:

- за якою технологією буде виготовлено товар згідно нашої ідеї?
- чи існують такі технології, чи їх потрібно розробити/доробити?
- чи доступні такі технології нам?

Всі ці складові представлені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 Технологічна здійсненність ідеї проекту

Ідея проекту	Технологія вироблення	Наявність технологій	Доступність
Виготовлення системи автоматичного нанесення інформації	Hand-made, вироблення товару своїми руками.	Така технологія є в наявності.	Доступна технологія виготовлення, підходить для серійного виробництва.
	Прості й ефективні технологічні підходи до розробки захисту від фальсифікації.	Наявна технологія використання спеціальних чорнил та створення унікального шрифту.	Доступно в дорогих аналогах та індивідуально.
	Сучасний і	Данна технологія	Доступно при

	структурно простий мікроконтролер.	наявна.	наявності кваліфікованих спеціалістів
	Технологія виготовлення промисловим методом.	Данна технологія наявна.	Доступна, але при підтримці інвесторів.

Створення системи безконтактного нанесення буквенно-цифрової інформації не є надто інноваційною розробкою, проте суміщення простих, але сучасних технологій в одній системі дають великі переваги поміж інших. Перш за все, варто зазначити, що система побудована з використання мікропроцесора дає величезні переваги в тому, що довгий час залишатиметься конкурентною на ринку і довго не втратить свою актуальність. Використання ефективних сучасних технологій для розробки програмного забезпечення також дає свої плюси в простоті й легкості застосування і пристосування до будь-яких задач і сфер, що показує гнучкість розробки як продукту, що допомагатиме користувачу вирішувати різноманітні завдання в області автоматизації виробничих ліній, в харчовій, медичній, екструзійній промисловостях.

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту

Цей розділ передбачає визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, також дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.

У таблиці 4.4 представлена попередня характеристика потенційного ринку даної продукції: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку

Таблиця 4.4 Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

Показники стану ринку	Характеристика
Кількість головних гравців, од	приблизно 12
Загальний обсяг продаж, грн.\ум.од*	1872000 грн \ 66487USD
Динаміка ринку (якісна оцінка)	Стабільно зростаюча

Наявність обмежень для входу	Немає
Специфічні умови для стандартизації та сертифікації	Немає
Середня норма рентабельності в галузі, %	120%

*інформація бралася з розрахунку на те, що кожен прилад в мінімальній комплектації вартує 52000 гривень і кожен учасник в місяць продає щонайменше 3 приладів.

З показників, що вказані в таблиці стає очевидно, що ринок, який розглядається для впровадження даної системи, налічує невелику кількість конкурентів, сам ринок зростає. Головною перешкодою є великі компанії з інноваційними технологіями, які створюють та випускають продукт у масових кількостях, які виходять на ринок, підкріплені іменем компанії, та поширюються у відповідних сферах неймовірно швидко. Та однак, у цих областях попит задоволено на 50-60%, це є реальною можливістю увійти на цю платформу з потенціалом захоплення суттєвої частини ринку.

У таблиці 4.5 наведені потенційні групи клієнтів, їх характеристики, орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи.

Таблиця 4.5 Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Автоматичний друк дати та часу виробництва	Харчова промисловість	Вартість та точність	Автоматичний відлік часу
Робота в будь-яких умовах	Важка промисловість	Надійність та вартість	Стабільна робота при високій вологості, вібраціях та температурних режимах
Безконтактне нанесення	Екструзійна промисловість	Точність	Нанесення інформації на середній дистанції
Унікальність маркування	Медична промисловість	Точність та надійність	Захист від підробок, можливість використання унікального шрифту

Не зважаючи на широкий спектр потреб в різних сферах, можна з впевненістю стверджувати, що даний проект успішно займе свою нішу в ринку та досягне високого схвалення зі сторони користувача. Швидкодія та невисока вартість є значно простішими в реалізації як характеристики, що притаманні даній системи, висока точність забезпечена певними підходами у використанні, що пропонує дана магістерська робота, а от для надійності системи необхідні певні зусилля.

Але однозначно те, що всі вже докладені зусилля дають свої результати на показниках і характеристиках системи в цілому. Упродовж початкового етапу впровадження стартап проекту будуть докладені всі потрібні зусилля, щоб досягти успіху і виконати продукт на найвищому можливому рівні задля задоволення потреб потенційних користувачів.

У таблиці 4.6 вказані певні загрози, які можуть вплинути на розвиток стартап проекту.

Таблиця 4.6 Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Конкуренти	Складність впровадити кращий функціонал	Значне зменшення ціни
2	Команда	Складність знайти спеціалістів для реалізації	Зручні та комфортні умови праці
3	Застарілість технології	Поява та поширення більш інноваційних і спрощених технологій	Перехід на більш новітні технології, та підсилення структури приладу
4	Реклама	Неправильний маркетинг	Залучення експертів у сфері
5	Системні збої	Перебої у підключенні до правильного ПО	Використання дуже надійних технологій

З таблиці вище можна побачити фактори, які можливо передбачають загрозу для успішності проекту. Як протидію цим факторам запропоновані контр дії, які мають покращити становище проекту в небезпечних ситуаціях. Проте, ці загрози не є критичними, оскільки більшість з них можна використати на користь проекту, такі як, наприклад, не ускладнювати продукт новим навантаженим функціоналом, хоч і з новітніми технологіями, а зробити нахил на простоту і гнучкість у використанні, чого часто не вистачає на ринку. Отже,

ці фактори загроз не є критичними і проаналізувавши результат, проект можна вважати надійним.

Однак, поряд із факторами загроз існують і певні фактори можливостей, які розглянути в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Швидкий притік клієнтів	Збільшення кількості клієнтів	Збільшення команди
2.	Необхідність витримувати великі навантаження	Потреба в безперервній роботі	Розробка системи із запасом міцності
3.	Популяризація дистанційного керування	Збільшення кількості клієнтів	Додаткове дистанційне управління
4.	Покращення комплектуючих	Збільшення точності системи	Розробка систем з різною точністю в залежності від вимог
5.	Збільшення кількості спеціалістів по розробці ПО	Підвищення кваліфікації робітників	Збільшення ефективності розробки.

Беручи до уваги перераховані фактори та проаналізувавши їх порівняння з ризиками, можна дійти висновку, що проект перекриває ризики своїми можливостями.

При виході на ринок важливим є розуміння та оцінка своїх конкурентів, їх можливостей та оцінка власної конкурентності. Також важливо враховувати їх можливий майбутній вплив на ринок та які дії варто передбачити. Це розглянуто в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	У чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
--------------------------------------	---	--

Монополістична конкуренція	Різноманітність товарів та послуг	Особливі пропозиції, урізноманітнення продукції
Рівень конкурентної боротьби: національний	Конкуренти в різних країни	Зменшення ціни на продукт
Внутрішньогалузева	Боротьба між економічно відокремленими товаровиробниками	Зниження витрат виробництва
Товарно-видова	Конкуренція між товарами одного виду	Просуванні власної марки, залучення спеціалістів
Нецінова конкуренція	Проводиться за рахунок модернізації	Використання новітніх технологій та сучасних компонентів системи
Немарочна	Роль торгової марки незначна, хоча самі марки можуть бути присутніми на ринку	Можна нічого з цим не робити, так як роль торгової марки не значна

У даній сфері присутня конкуренція на високому рівні. Ринок налічує досить багато компаній, компаній-гігантів, які тримаються дуже довго та не втрачають своїх позицій у створенні якісного продукту, володіють іменем та повагою користувача. Середній прибуток є високим, тож, і боротьба за клієнта дуже жорстка. У таблиці наведені певні відносно класичні дії, які можна використати для поліпшення конкурентного становища компанії незалежно від часу, коли ця ситуація настане для компанії.

Провівши аналіз конкуренції, нижче розглянуто більш детальний аналіз умов конкуренції конкретно в галузі.

Таблиця 4.9 Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Domino UK Ltd	Linx	SILICON LABS, INTEL, INTREX	Контроль якості продукту	Поява більш зручно чи привабливого товару

Висновки:	Потужні конкуренти	Потенційний конкурент	Виробник мікросхем та додаткових пристроїв	Клієнти диктують усі умови роботи на ринку.	Перехід до виробництва більш привабливого товару
-----------	--------------------	-----------------------	--	---	--

За результатами аналізу таблиці 4.9 було зроблено висновок про можливість роботи на ринку з огляду на конкурентну ситуацію. Також було зроблено висновок щодо характеристик, які повинен мати проект, щоб бути конкурентно-спроможним на ринку. Цей висновок був врахований при формулюванні переліку факторів конкурентно-спроможності у наступному пункті.

На основі аналізу конкуренції, проведеного в таблиці 4.9, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (таблиця 4.2), вимог споживачів до товару (таблиця 4.5) та факторів маркетингового середовища (таблиці 4.6, 4.7) визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності. Аналіз оформлюється за таблицею 4.10.

Таблиця 4.10 Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Ціна	Запропонована ціна значно нижче
2	Час розробки	Замовників цікавить мінімальний час розробки
3	Технології	Цей проект використовує найновіші й при цьому найдешевші технології
4	Точність	Замовників цікавить найточніше обладнання
5	Гнучкість	Можливість використовувати продукт в різних сферах і комбінувати його з іншим зовнішнім функціоналом

Таблиця 4.11 Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з нашим продуктом						
		-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Модифікований товар	22				+			
Ціна	18		+					
Застосування на різних системах	15				+			

Простота виготовлення	20						+	
-----------------------	----	--	--	--	--	--	---	--

З наведених таблиць 4.10 та 4.11 очевидно, що фактори конкурентоспроможності являються суттєвими і несуть позитивний внесок при впровадженні нового програмного комплексного продукту-системи для маркування інформації. Основною перевагою та головним досягненням є висока якість продукту, дуже висока точність, ціна.

Останнім етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities), пов'язаних з його здійсненням.

Таблиця 4.12 SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: 1. Ціна 2. Універсальність 3. Системні вимоги 4. Сучасні технології	Слабкі сторони: Великий перелік необхідних модулів, підготовка персоналу до користування, залежність від підрядчиків складових частин, початкове ручне налаштування
Можливості: 1. Швидкий зріст кількості клієнтів 2. Необхідність витримувати великі навантаження 3. Підвищення точності 4. Збільшення кількості спеціалістів	Загрози: конкуренти, політичний та технологічний фактори, брак складових, відсутність кваліфікованого персоналу

На основі SWOT-аналізу було розроблено альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок (див. таблицю 4.9).

Визначені альтернативи були проаналізовані з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів (таблиця 4.13).

Таблиця 4.13 Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

Альтернатива ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
Просування бренду, PR	90%	4 місяці

Благодійні акції	20%	3 місяці
Акційні пропозиції	30%	3 місяців

4.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів.

Споживачами проекту обрано організації, що використовують, або можуть використовувати у своїй роботі системи безконтактного способу нанесення. Так як проект зосереджується на декількох сегментах, обрано стратегію диференційованого маркетингу. Для роботи в обраних сегментах ринку необхідно сформулювати базову стратегію розвитку. Це представлено в таблиці 4.14

Таблиця 4.14 Базова стратегія розвитку

Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія спеціалізації (передбачає концентрацію на потребах одного цільового сегменту, без прагнення охопити увесь ринок. Мета тут полягає в задоволенні потреб вибраного цільового сегменту краще, ніж конкуренти. Така стратегія може спиратися на лідерство по витратах у рамках сегменту лабораторних і наукових досліджень. Проте низька ринкова доля у разі невдалої реалізації стратегії може істотно підірвати конкурентоспроможність компанії.)
Стратегія охоплення ринку	Стратегія повного охоплення ринку (компанія прагне задовольнити потреби ринку в цілому. Ця стратегія може бути реалізована шляхом виготовлення сімейства універсальних веб-систем).
Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Покращення та здешевлення виробництва за рахунок масовості.
Базова стратегія розвитку	Стратегія концентрованого зростання (стратегія, яка пов'язана зі зміною продукту і (або) ринку. У разі дотримання стратегії компанія поліпшує веб-систему або починає виробляти нову, не змінюючи при цьому його призначення. Що стосується ринку, то компанія шукає можливості поліпшення свого становища на існуючому ринку або ж переходу на новий ринок).

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (Таблиця 4.15).

Таблиця 4.15 Вибір стратегії конкурентної поведінки

Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
Ні	Так, забирати існуючих	Ні	Стратегія наслідування лідеру

Стратегія лідерства по витратах передбачає, що компанія за рахунок чинників внутрішнього і/або зовнішнього середовища може забезпечити більшу, ніж у конкурентів маржу між собівартістю товару і середньо-ринковою ціною (або ж ціною головного конкурента). Зокрема, ця стратегія припускає, що за рахунок великих можливостей по об'ємах збуту товарів (портфеля укладених контрактів на постачання) і продуктивності підприємство може добитися менших витрат. Ця стратегія зазвичай тісно пов'язана з можливістю досягнення ефекту масштабу і досвіду. Компанії, що вибирають цю стратегію, проводять ретельний контроль за постійними витратами, знижують виробничі, збутові і рекламні витрати, проводять інвестиції, спрямовані на зменшення витрат, ретельне опрацювання конструкції нових товарів. [1]

Переваги стратегії за Ж.-Ж. Ламбеном [1] :

- фірма здатна протистояти своїм прямим конкурентам навіть у разі цінової війни і в змозі отримувати прибуток при ціні, мінімально допустимій для конкурентів;
- сильні клієнти не можуть добитися зниження ціни нижче рівня, прийнятного для найбільш сильного конкурента;
- низькі витрати забезпечують захист проти сильних постачальників, оскільки дають фірмі велику гнучкість у разі підвищення вхідних витрат;
- низькі витрати створюють бар'єр входу для нових конкурентів і одночасно хороший захист проти товарів-замінників.

В ході конкурентної боротьби з використанням цієї стратегії з ринку вимушені будуть піти фірми, менш ефективні з точки зору величини і структури витрат, нездібні до проведення технологічних новацій, спрямованих на зниження витрат.

Таблиця 4.16 Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап проекту	Вибір асоціацій, які мають сформулювати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Якість та точність	Розширення первинного попиту	Висока якість продукту. Швидкість, гнучкість	Швидкість, гнучкість, якість
2	Обслуговування	Розширення первинного попиту	Відносно швидке обслуговування та гнучке встановлення	Легкість, мобільність, довгострокова гарантія
3	Ціна	Наступальна	Доступна цінова політика	Гнучкість, доступність

Основними вимогами до товару цільової аудиторії є якість та точність, ціна, обслуговування. Було обрано асоціації на базі вимог цільової аудиторії, які мають сформулювати комплексну позицію власного проекту – швидкість, мобільність та доступність.

З урахуванням обраної ринкової стратегії потрібно розробити підходящу маркетингову програму. Під час розроблення маркетингової програми першим кроком є розробка маркетингової концепції товару, який отримає споживач. Для цього у таблиці 4.17 підсумуємо результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 4.17 Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
Пристрій безконтактного нанесення інформації	Менша ціна в порівнянні з конкурентами та простота використання	Універсальність та гнучкість застосування, сучасна апаратна частина та простота програмного забезпечення

Останньою складовою маркетингової програми є розробка концепції маркетингових комунікацій потенційного товару, що спирається на попередньо обрану основу для позиціювання та проаналізовану специфіку поведінки клієнтів. Тому, таблиця 4.17 відображає основні переваги та вигоди, які пропонує товар, та які вирізнялися б з-поміж конкурентів.

У таблиці 4.18 розглянуто опис моделі товару та всіх її рівнів.

Таблиця 4.18 Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Інформаційно вимірювальна система для безконтактного нанесення буквенно цифрової інформації		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1.Довговічність (немає строку давності)	Нм	Вр
	2. Швидкодія	М	Тх
	3. Модель дефектів	М	Тл
	4. Блокування некоректних дій	М	Тх
	5. Умови експлуатації	Нм	Ор
	Якість: ГОСТ, ISO		
	Пакування: пристрій безконтактного нанесення інформації та пакет базового програмного забезпечення		
	Марка: поки що відсутня		
III. Товар із підкріпленням	До продажу: потребує навичок, які забезпечує технічна підтримка		
	Після продажу: Гарантійне обслуговування 1 рік		
За рахунок чого програмне забезпечення буде захищено: для користування ним для кожного користувача буде видаватися паспорт пристрою			

Опис рівнів моделі товару показав, що основний задум даного стартап проекту полягає у проектуванні й реалізації системи нанесення буквенно цифрової інформації. Перевагою цієї системи є точність, простота у використанні та ціна. До продажу і після продажу на них очікує технічна підтримка. Проект буде захищено шляхом ліцензії.

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватися при встановленні ціни на потенційний товар, це передбачає аналіз цін товарів конкурентів та доходів споживачів продукту (таблиця 4.19).

Таблиця 4.19. Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	-	3000-5000 \$	100000 – 300000 грн	2000 – 3500 \$

Виконавши аналіз рівня цін на товари-замінники, рівень цін на товари-аналоги та рівень доходів цільової групи споживачів було сформовано нижню 2000 \$ та верхню 3500 \$ межі встановлення ціни на товар, що дає цінову перевагу перед товарами конкурентів.

Таблиця 4.20. Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Замовлення з підписанням договору купівля-продаж	Встановлення контактів зі споживачами, їх підтримка; Чітка доставка в строки, та без помилок в розрахунках.	Виробник безпосередньо продає товар клієнту	Прямий продаж безпосередньо від виробника; непрямий - через системи типу «інтернет»; від виробника на замовлення підприємств

Зазначені функції збуту, глибина каналу формують оптимальну систему збуту, яка відбуватиметься через сайт розробника, прямий продаж безпосередньо від виробника, від виробника на замовлення підприємств.

Завдяки цьому можна легко встановлювати контакти зі споживачами та їх подальшу підтримку, організовувати дослідницьку роботу зі збору маркетингової інформації та розробку і реалізацію програм підтримки лояльності клієнтів.

Таблиця 4.19 Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Покупець організація-споживач оцінює характеристик, технічну компетентність та здатність забезпечити умови постачання	Виставки, інтернет	Технічні характеристики, якість, зовнішній вигляд, сучасні технології	Поширення характеристик продукту	Демонстрація переваг нашого продукту перед існуючими аналогами

Зважаючи на те, що цільові клієнти більшу частину інформації про нові програми отримують через тематичні виставки, мережу Інтернет, то доцільними ключовими позиціями було обрано: сучасні технології, технічні характеристики системи. Завданням рекламного повідомлення є зацікавлення та позиціонування товару новим клієнтам.

4.5 Потреба в промислово-виробничому персоналі

Ідея стартапу полягає в створенні системи безконтактного нанесення буквено цифрової інформації яка є повністю автономною та простим монтажем у виробничу лінію.

Для реалізації даної ідеї для початку стартапу знадобиться мінімальна ідеальна команда (Minimum ideal team) $3+5=8$.

Позиції які будуть необхідні для початку роботи та реалізації це управління, виробництво, перевірка якості, продаж, логістика, фінанси.

Таблиця 4.20 Посади виробничого персоналу

№ з/п	Посада/виконувані завдання	Чисельність	Витрати на персонал, тис. грн.
1	Проектувальник	1	5
2	Інженер	3	21
3	Технолог	2	7
4	Відділ якості	2	5
Разом:		8	38

Таблиця 4.21 План витрат на запуск виробництва продукції

№ з/п	Найменування	Характеристика	Вартість тис. грн.
1	Витрати на придбання обладнання та устаткування	Витрати на придбання обладнання	50
2	Сировина, основні матеріали	Вартість сировини та матеріалів для забезпечення технологічного процесу	20
3	Комплектуючі	Витрати на комплектуючі продукту	30
4	Паливо та електроенергія на технологічні цілі	Витрати на електроенергію, а також на паливо, необхідні для запуску проектної потужності виробництва	5
5	Оплата праці промислововиробничого персоналу	Витрати на заробітну плату та соціальні відрахування	38
6	Освоєння та запуск виробництва	Витрати на пусконаладжувальні роботи, запуск виробництва	5
Разом:			148

Таблиця 4.22 Оцінка факторів і внеску учасників:

Фактор	Вага	Партнер 1	Партнер 2	Партнер 3
Ідея	10	9	5	3
Підготовка бізнес плану	2	3	6	8
Компетентність	7	7	7	5
Залученість і ризику	4	0	4	5
Обов'язки	5	2	5	4

Тепер можна скласти показники кожного партнера, помножимо на вагу (ступінь важливості) для визначення співвідношення учасника (табл. 4.23).

Таблиця 4.23 Визначення долі участі кожного учасника

Фактор	Партнер 1	Партнер 2	Партнер 3	
Ідея	9	5	3	
Підготовка бізнес плану	3	6	8	
Компетентність	7	7	5	
Залученість і ризику	0	4	5	
Обов'язки	2	5	4	
Разом	21	27	25	73
Процент	28,7%	37,0%	34,3%	100,0%

4.6 Висновки до розділу розробки стартап проекту

Узагальнюючи проведений аналіз стартап проекту можна зробити висновок, що на даний момент попит на систему є значним. Це можна підтвердити позитивною динамікою ринку та потребою потенційних клієнтів у використанні складних систем.

Конкуренція на ринку України в цій області є не сильно вагомою, ми маємо багато переваг для легкого входу на український ринок. За кордоном також існують успішні компанії, що працюють у цій сфері, проте наявні фактори конкурентоспроможності роблять можливим і навіть цілком реальним вихід на закордонний ринок.

Цільовою аудиторією є різні компанії з харчової, важкої, поліграфічної, медичної промисловості, тощо. Найкраще з усіх альтернатив було досліджено,

після чого було прийнято рішення максимально збільшити точність та зробити таку систему простою та гнучкою у застосуванні.

До продажу і після продажу на користувача очікує технічна підтримка. Програмне забезпечення буде захищено шляхом ліцензії.

Зважаючи на те, що цільові клієнти більшу частину інформації про нові програми отримують через тематичні виставки, мережу Інтернет, то доцільними ключовими позиціями було обрано: сучасні технології, технічні характеристики та параметри системи. Завданням рекламного повідомлення є зацікавлення та позиціонування товару новим клієнтам.

Усе більше компаній переходять на автоматизовані системи маркування які створенні на основі мікропроцесних пристроїв, що мають зручний інтерфейс та прості у використанні для застосування у найрізноманітніших сферах, застосовуючи сучасне кастомне програмне забезпечення та підходи. Реалізація та впровадження запропонованого проекту є доцільним, оскільки технології та проекти в промисловій сфері розвиваються і ще більше будуть популярні й затребувані у майбутньому.

ВИСНОВКИ

В дипломній дисертації розглянуто існуючі рішення для маркування, а також було запропоновано методи для покращення системи безконтактного нанесення буквено-цифрової інформації.

В роботі було проведено відповідний аналіз:

1. Розраховано що якщо не вдається збільшити розмір друкованого символу, є можливість установки параметра $[V]$, який дозволяє плавно зменшити швидкість друку і, відповідно, отримати необхідну довжину марки, так як коефіцієнт уповільнення швидкості менше 2, то для отримання необхідного уповільнення друку можна використовувати тільки введення порожніх крапель між колонками крапель.
2. Був проведений аналіз системи при експлуатації на високій частоті. Було виявлено, що в камерах голівки з "змінним обсягом дозування камери" може відбуватися нагрівання чорнила, особливо, коли вона експлуатується на високій частоті.
3. Оцінено, що частота, на якій починає функціонувати камера в друкуючій голівці, буде залежати від вхідних даних викиду краплі (які будуть визначатися за допомогою зображення, яке повинно бути надруковано, і які зазвичай змінюються від високих значень до низьких).
4. Одержані результати показують, що запропонований метод дозволяє здійснювати безконтактне нанесення інформації у багатьох галузях, а також має великий потенціал в захисті від фальсифікації. Значним плюсом безконтактного методу є достатня відстань від самого об'єкту на якому відбувається маркування, це дозволяє дуже просто інтегрувати сам прилад в конвеєрне виробництво.
5. Узагальнюючи проведений аналіз стартап проекту можна зробити висновок, що система для безконтактного нанесення інформації, дозволяє зменшити собівартість, підвищити ефективність та якість продукції промислових ліній, також так як це система, є можливість створення багатьох комплектацій приладу та полегшує обслуговування та модернізацію у майбутньому. Правильне просування цього проекту дає змогу успішно стартувати на ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Епишин, М. Маркировка продукции/М. Епишин//Пакет. – 2000. – № 4. – С. 83–89.
2. Данилов, Д. Современные технологии маркировки продукции/Д. Данилов//Пакет. – 2005. – № 1. – С. 36–43.
3. Маркировка XXI века – электрокаплеструйные принтеры//Пищевая промышленность. – 2000. – № 7. – С. 106–107.
4. Дубініна А.А., Овчиннікова І.Ф., Дубініна С.О., Летута Т. М. Методи визначення фальсифікації товарів: Підруч. – К., 2010.
5. Притульська Н.В. Ідентифікація продовольчих товарів: теорія і практика: Монограф. – К., 2007.
6. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства. Гл. 5.5. Струйная печать. М.: МГУП, 2003
7. Уарова Р. М., Стерликова А. В. Чернила для струйной печати//Компьютеринт, 2003. № 2. С. 42-50.
8. Тарко Л.М. Волновые процессы в трубопроводах гидромеханизмов. – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1963. – 184 с.
9. Цаплин А.И. Диагностика и надёжность автоматизированных систем: учеб. пособие / Центр науч.-техн. информ. – Пермь, 2006. – 262 с.
10. Стасюк В.В. Дипломний проект «Пристрій для вимірювання в'язкості речовини.» 2019
11. Левицький Б.Ф., Лещій Н.П. Гідравліка. Загальний курс. - Львів: Світ, 1994
12. Пономарёв, С.В. Методы и устройства для измерения эффективных теплофизических характеристик потоков технологических жидкостей, С.В. Пономарёв, С.В. Мищенко. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 1997.

13. Тарунин Е.Л., Цаплин А.И. Основы математических знаний для изучения физики: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 100 с.
14. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М.: Высшая школа, 1987. 360 с.
15. Розроблення СТАРТАП-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.
16. Кухлинг Х. Справочник по физике. М., Мир, 1982 г.
17. Поль Р.В. Механика, акустика и учение о теплоте. М., Наука, 1971 г.
18. Метрология и радиоизмерения : учебник для вузов / под ред. В. И. Нефедова, – М : Высшая школа, 2003.